



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Patrick Okolo-Kulak

Ajoneuvon korisähköjärjestelmän suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikansuunnittelu

Insinöörityö

13.4.2020

Tekijä Otsikko	Patrick Okolo-Kulak Ajoneuvon korisähköjärjestelmän suunnittelu
Sivumäärä Aika	37 sivua + 6 liitettä 31.3.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikkaan
Ammatillinen pääaine	Ajoneuvosuunnittelu
Ohjaajat	Lehtori Pasi Kovanen
<p>Tässä insinööriyössä tavoitteena oli suunnitella ja valmistaa korisähköjärjestelmän ja moottorinohjauksen johtosarja olemassa olevaan ajoneuvoon. Uusi johtosarja ja komponentit korvaavat vanhat johtimet ja komponentit, kun tilalle suunnitellaan moderni ja innovatiivinen modulaarinen korisähköjärjestelmä. Projektissa tehtiin yhteistyötä SPLeinosen kanssa, jonka kanssa toteutettiin korisähköjärjestelmä osuus.</p> <p>Konseptisuunnittelussa tuodaan esille erilaiset ratkaisut, joiden pohjalta suunniteltiin korisähköjärjestelmä sekä muut komponentit. Valmiista konseptisuunnitelmasta luotiin järjestelmäsuunnitelma, jossa kuvataan, mikä korisähköjärjestelmä projektiin valittiin. Järjestelmän komponentit valittiin ja niiden virran kulutuksia laskettiin sekä komponenttien tarvittavat johtimet suunniteltiin. Ajoneuvon korin maadoituspisteiden mittausta suoritettiin milliohmimittarilla, jolla voidaan laskea jännitehäviö projektissa.</p> <p>Valmis tuote syntyi sekä digitaalisena aineistona ja fyysisenä tuotteena ajoneuvoon, joka on käytössä. SPLeinoselle tuotettiin projektin aikana markkina-arvoista materiaalia, kuten ohjeistus moduulien kytkentään.</p>	
Avainsanat	Korisähkö, sähkösuunnittelu, ajoneuvonarkkitehtuuri, PDSX-1, MaxxECU

Author Title	Patrick Okolo-Kulak Automotive Body Electrical Design
Number of Pages Date	37 pages + 6 appendices 30 August 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Professional Major	Automotive Design Engineering
Instructors	Pasi Kovanen, Senior Lecturer
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to develop, design and produce a body wiring system and manufacture an engine wiring loom for an existing vehicle. As part of this modern and innovative modular body wiring system, the old wiring and components were replaced by a new wiring loom and components. The project was carried out in cooperation with SPLeinonen whose products were used in the body wiring system.</p> <p>During the concept design phase different solutions were used to designing the body wiring system and the other components. After that the system architecture plan was designed and created based on the finished concept plan. Then the body wiring system manufacturer was selected for the project. After that the systems components were selected, and their power consumption was calculated, and the conductor sizes were rated for the components. The vehicle's body grounding points were measured with a milliohm meter that can be used to calculate the voltage drop of the returning ground connection.</p> <p>The finished product of this project is both in digital as well as in physical form: as digital material and as the finished vehicle that is in use. During the project, marketable material was produced for SPLeinonen, such as an installation guide for connecting the modules.</p>	
Keywords	Automotive body electrical system, electrical design, automotive electrical architecture, PDSX-1, MaxxECU

Sisällysluettelo

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Teoria	2
2.1	Jännitehäviöiden määrittely	2
2.2	Maadoituspisteiden välinen resistanssi	3
2.3	Johtimen mitoitus	4
3	Konseptisuunnitelma	5
3.1	Moottorinohjaus	5
3.2	Korisähköjärjestelmä	6
3.3	ABS-järjestelmä	7
4	Järjestelmän suunnittelu	7
4.1	Arkkitehtuuri	7
4.2	Latausjärjestelmä	8
4.3	Virranjakoyksiköt	9
4.4	Maadoitus	10
5	Komponenttien valinta	12
5.1	PDSX-1-korimoduuli	12
5.2	Sulakkeet ja releet	14
5.3	Kuluttajat	14
5.4	Liittimet ja liitokset	17
5.5	Johtimet	18
5.6	Kiinnitys, suojaus ja läpiviennit	19
6	Kytkentäkaavion suunnitleminen	20
7	Johtosarjan valmistaminen	25
8	Maadoituspisteiden resistanssi mittaustyö	29
8.6	Mittalaite	29

8.7	Mittaustyö	31
8.8	Jännitehäviön laskeminen	32
9	Pohdintaa	33
	Lähteet	36
	Litteet	
	Liite 1. Korimoduulien kytkentätaulukko	
	Liite 2. MaxxECUn GPO-taulukko	
	Liite 3. Valittujen komponenttien virrankulutus ja sulake	
	Liite 4. PDSX1-1:n käyttöohje	
	Liite 5. Virtakaavio	
	Liite 6. Korisähköjärjestelmä	

Lyhenteet

COP	Coil-on-plug, sytytyspuola, jossa on puola ja tulpanjohto samassa pake- tissa, joka on sytytystulpassa kiinni.
Oem	Original equipment manufacturer, alkuperäinen laitevalmistaja, jolla yleensä viitataan ajoneuvon alkuperäiseen osaan.
WBO	Wide-band-oxygen , laajakaista lambda.
DPDT	Double-Pole Double-Throw relay, kaksinapainen kaksivaihtokosketinrele.
M	Master, PDSX-1 korimoduuli.
SF	Slave front, PDSX1 korimoduuli.
SR	Slave rear, PDSX-1 korimoduuli.
ABS	Automatic braking system.
GPO	General purpose output

1 Johdanto

Insinööriyönä oli suunnitella ja valmistaa uusi korisähköjärjestelmä ja moottorinohjauksen johtosarja. Työ pohjautuu 1995 vuoden Toyota Supra MK4 -mallin japanilaiseen urheiluautoon. Lähtökohta on puhdas runko (kuva 1), koska tuhopoltossa olivat tuhoutu- neet myös ajoneuvon johtosarjat. Johtosarjan suunnittelu ja valmistaminen jakautui kah- teen eri osaan, jotka ovat moottorinohjaus ja korin sähkötekniikka.



kuva 1. Supran kori paljaana ja kaikki komponentit irrotettuna

Korisähköt suunniteltiin korvaamaan vanha johtosarja kevyemmällä ja modernimmalla. Suunnittelussa käytettiin hyödyksi Toyotan alkuperäisiä kytkentäkaavioita, jonka avulla suunniteltiin uusi korisähköjärjestelmä.

Komponenttien kytkentäkaavio oli määrä suunnitella ennen valmistuksen aloittamista. Suunnittelussa tuli ottaa kaikki ajoneuvon sähkökomponentit huomioon, jotta valmista- essa johtosarjaa ei tulisi yllätyksiä, koska jälkikäteen korjaukset ovat työläitä. Työssä haluttiin käyttää vektoripohjaisia suunnitteluohjelmia kuten Autocad, joilla saadaan to- teutettua kytkentäkaaviot. Suunnitelmien lisäksi tavoitteeksi asetettiin valmistaa kysei- nen johtosarja kustannustehokkaasti ja laadukkaasti. Suunnittelusta rajattiin ABS-järjes- telmä pois johtuen työn laajuudesta.

Korisähköjen maadoituspisteiden välistä resistanssia mitattiin ja laskettiin niiden jännitehäviötä, josta voi päätellä, onko tavoitteisiin päästy. Maadoitusten ja johtosarja-arkkitehtuurien toiminnan kannalta oleelliset maadoituspisteet määritettiin ja mitattiin soveltuvalla mittalaitteilla toiminnan varmistamiseksi.

Alkuperäisten johtosarjakaavioiden perusteella valittiin uudet maadoituspisteet korista, joista oli määrä tarkistaa mittauksen avulla, onko maadoituspisteissä jännitehäviötä. Akkunavan kori- ja komponenttienmaadoituksen välistä resistanssi mitattiin milliohmimittarilla

Projektin korisähköjärjestelmä on toteutettu yhteistyössä SPLeinosen kanssa. Yhteistyökumppanille tuotetaan markkinointimateriaalia korisähkömoduuleihin liittyen.

2 Teoria

2.1 Jännitehäviöiden määrittely

Jännitehäviö on, virtapiirissä olevien komponentin jälkeinen jännite, joka lasketaan virta kertaa resistanssi. Jännitehäviö lasketaan käyttämällä kaavaa 1 (1, s. 262).

$$U_i = R_j I_k \quad (1)$$

Johtimen resistanssia ja poikkipinta-ala mitoitusta varten tarvitaan lähtötiedoksi materiaalin ominaisresistanssi, joka löytyy taulukosta 1. Johtimien resistanssi lasketaan kaavalla 2 (1, s. 262).

$$R = \rho * \frac{l}{A} \quad (2)$$

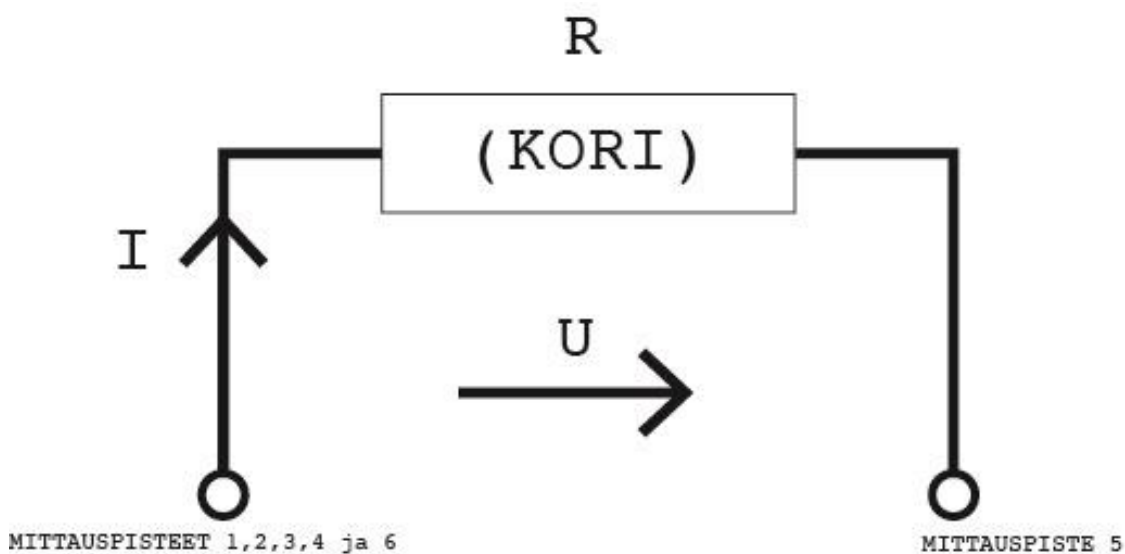
Johtimia valmistetaan pääsääntöisesti kuparista tai alumiinista, mutta on myös muita seosmateriaaleja kuten kupari pinnoitettu teräs- tai alumiinijohdin. Rauta on mainittu taulukossa 1, koska sitä käytetään ajoneuvon korissa maapisteiden resistanssin laskemisessa.

Taulukko 1. Johtimien ominaisuuksia vertailua varten (1, s. 342).

Materiaali	Ominaisresistanssi (20 °C) $10^{-8}\Omega\text{m}$
Kupari	1,68
Tina	1,1
Hopea	1,6
Alumiini	2,7
Rauta	9,6

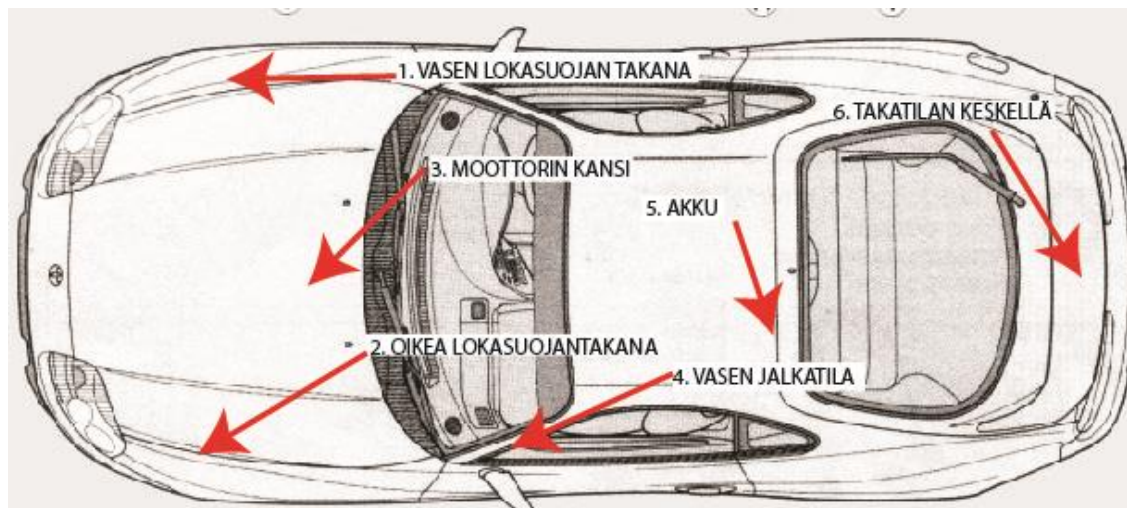
2.2 Maadoituspisteiden välinen resistanssi

Maadoituspisteen välistä resistanssia mitataan milliohmimittarilla, jonka avulla voidaan vertailla maadoituspisteiden toimivuutta. Mittaus suoritetaan akkukaapelin negatiivisen kaapelin päädyistä ja eri komponentin maadoitus pisteen kohdista, jolloin kori toimii vastuksena (kuva 2).



kuva 2. Havainnekuva korin resistanssin mittauksesta

Mittaamiseen on valittu projektin rakentamisen aikana varmistetut maadoituspisteet, mitkä on alla olevassa havainnekuvasssa esitetty (kuva 3 **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.**).



kuva 3. Maadoituspisteet 1–6

Koriin on valittu vain kuusi kappaletta maadoituspistettä, mikä on alkuperäiseen korisähköjärjestelmään verrattuna murto-osa.

2.3 Johtimen mitoitus

Johtimien mitoittamisessa on tärkeää tietää kuluttajan jatkuva ja hetkellinen virrankulutus sekä pituus, koska sen avulla lasketaan tarvittava johtimen poikkipinta-ala. Mitoittamiseen käytetään kaavaa 3 (1, s.262), jossa on muuttuvat arvot virta, jännite ja sallittujännitehäviö, mutta materiaalin ominaisresistanssi on vakio, joka on ilmoitettu taulukossa 2.

$$A = \frac{\rho l}{R_j} \quad (2)$$

Projektissa hyödynnetään johtimen poikkipinta-ala taulukkoa (taulukko 2), jolla voi vertailla onko mitoituslaskelmat oikein, myös taulukko on hyvä johtosarjan valmistuksen ohelle. Taulukko 2 pätee ympäristön ollessa alle 70 °C:n lämpötilassa PVC-eristetyille johtimille.

Taulukko 2. Johtimien poikkipinta-alan ja virrankestävyys (2, s. 978)

Johtimen poikkipinta-ala mm²	Varmuusnimellisarvo A	Jatkuva kestovirta A
0,5	7,5	6
1	15	12

1,5	20	16
10	70	56
70	250	200

3 Konseptisuunnitelma

Konseptisuunnitelmavaihe oli heti projektin käynnistyessä, jossa määriteltiin ideat moottorinohjauksen ja korisähköjärjestelmän toteutukselle ja vaatimuksille. Suunnitelmien oli tarkoitus avustaa varsinaisten suunnitelmien tekemisessä, kun projektiin valittiin komponentit ja korisähköjärjestelmä.

Johtosarjan suunnittelun tulee ensin asettaa tavoitteet, jotka ohjaavat läpi koko suunnitteluprosessin. Tavoitteet olivat tässä projektissa kevyt, moderni, muuntojoustava, huoltoystävällinen, modulaarinen ja kustannustehokas johtosarja. Korin johtosarjan suunnittelussa tuli etsiä uusia konsepteja, joita voi turvallisesti kokeilla tässä projektissa. Moottorinohjauksen johtosarjassa ei tehty uusia konsepteja, vaan noudettiin toimivia ja hyviksi havaittuja ratkaisuja. Moottorinjohtosarja suunniteltiin irrallaan korisähköjärjestelmästä, koska turvallisuus ja toimintavarmuus on ensisijainen tavoite.

3.1 Moottorinohjaus

Projektiin valittiin MaxxECU-moottorinohjaus, joka on markkinoilla tunnettu ja suosittu ohjainlaite. Eri laitevalmistajan moottorinohjaimet sisältävät samoja ominaisuuksia, ja sen takia ainoat tekniset eroavaisuudet tulevat näkyviin, jos laitteeseen kytketään komponentteja, joita suunnitelmissa ei ole. Moottorin maadoituspisteet tarkistettiin vanhasta johtosarjapiirustuksesta, josta sovellettiin tarpeelliset maadoitukset uuteen johtosarjaan.

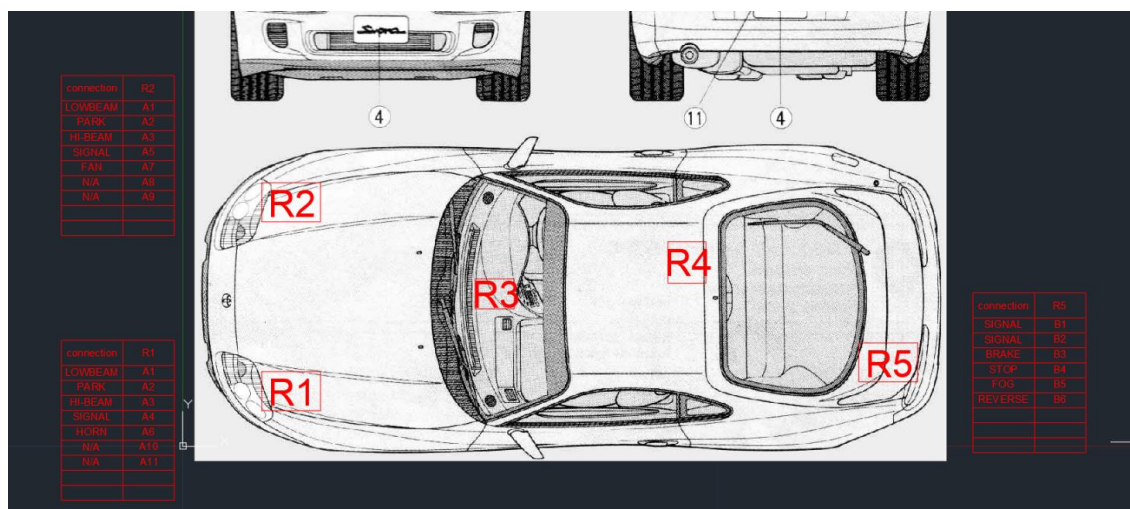
Moottorinjohtosarja suunniteltiin ja mitattiin fyysisesti perinteisellä menetelmällä suoraan moottorista, joka sitten levitettiin mittausalustalle, josta voitiin tuottaa kytkentäkaavio sekä johtosarjapiirustus. Sytytysjärjestelmä oli tutkittava ja ratkaistava, korvataanko alkuperäiset puolat uusilla moderneilla erillissytytyspuolilla.

3.2 Korisähköjärjestelmä

Korisähköjärjestelmän tavoitteita ei saavuteta valmistamalla vanhojen suunnitelmien mukaisesti, vaan luomalla erilaisia ratkaisuja ja järjestelmiä. Ajoneuvon ollessa 30 vuotta vanha on teknologia kehittynyt valtavasti ja tullut uusia ratkaisuja, joita käytetään ajoneuvon korisähköjärjestelmissä.

Ennen uusiin järjestelmiin tutustumista luonnosteltiin, miten järjestelmä toimisi perinteisillä releillä ja johtimilla. Luonnoksessa on kytkinpaneeli ja relelaatikko ja niiden välinen signaalikaapeli. Signaalikaapelina voisi toimia ohutjohtiminen moninapakaapeli. Signaalin lisäksi relelaatikolle tulee virtajohto, jota voisi myös hyödyntää ajoneuvon muissa komponenteissa. Tämä ratkaisu on toimiva järjestelmä, mutta siitä on vielä tarkistettava kustannustehokkuus ja paino, koska releiden määrä voi kaksinkertaistua. Myös järjestelmän toteuttaminen voi olla todella työlästä.

Luonnos uusien relelaatikoiden asennuspisteistä autoon, jotka on merkitty R1–R5-merkeillä, kuten alapuolella olevasta kuva 4 näkee. Merkinöiden avulla voidaan helposti vertailla taulukkoa, jossa on kytkentämerkinnät. Konehuoneeseen alustavasti suunniteltiin kaksi kytkentälaatikkoa, koska mahdollisesti tulee jälkiasennettuja lisälaitteita, jotka vaativat releohjauksen. Ohjauslaatikot R1 ja R2 sisältävät seitsemän ohjattavaa relettä, joihin molempiin jätetään laajennusvara myöhempiä käyttötarkoituksia varten. Keskikonsolin takana oleva R3 on ajoneuvon korikomponentteja, kuten pyyhkimet, tuulettimet ja sähkötoimiset ikkunat, varten. Ajoneuvon keskellä R4-laatikossa olisi päävirtarele ja -sulake, mahdollisesti abs-yksikön rele ja sulake. Tavoitteena oli saada ajoneuvon painopiste matalalle, joten R4 oli hyvä paikka sijoittaa komponentteja esim. akku. Takatilaan tuleva laatikko R5 sisältää kaikki takavalot ja polttoainepumpun releen.



kuva 4. Relelaatikon luonnos ja virran kuluttajat

Virrantarve relelaatikoille piti laskea, jotta signaalikaapelin lisäksi saatiin mitoitettua oikean kokoinen virtakaapeli relelaatikolle.

3.3 ABS-järjestelmä

Johtosarjasta eroteltiin omaksi systeemiksi abs-järjestelmä, koska sitä ei ole kaikissa autoissa ja myös kilpakäytössä sitä ei suosita. Jotta järjestelmä on helposti purettavissa, tuli järjestelmän johtimet erottaa muusta järjestelmästä. Loogisin paikka järjestelmän sijoitukselle on keskikonsolin alle, lähelle tulipeltiä, koska abs-pumppu on moottoritilassa ja kiihtyvyyssanturi on kardaanitunnelin päällä. Ainoat pitkät vedot ovat abs-kehien anturit abs-ohjaimelle. Johdot antureille ovat suojattua 2-napaista signaalikaapelia.

4 Järjestelmän suunnittelu

4.1 Arkkitehtuuri

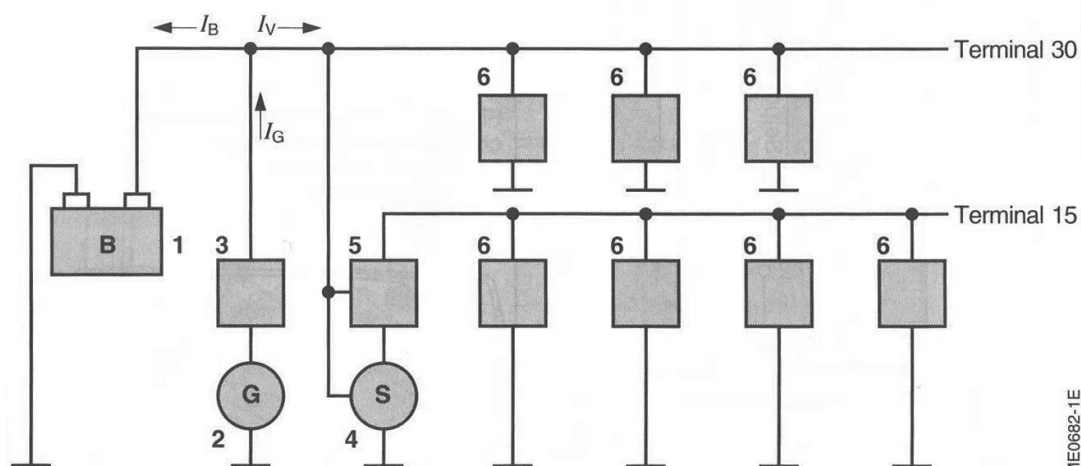
Ajoneuvossa on useita eri järjestelmiä: moottorinohjaus, korivalaistus, jäähdytys, ilmanvaihto, laturi, akku ja käynnistysmoottori. Näitä komponentteja jaettaessa eri järjestelmiin alle syntyy arkkitehtuurisuunnitelma kuten kuvassa 6. Siitä voidaan todeta, että toiset komponentit tarvitsevat virtaa jatkuvasti ja toiset käynnistämisen jälkeen, ja jälkimmäiset on kytketty terminaaliin 30 tai 15 (3, s. 1219).

Figure 1: Schematic diagram of a vehicle electrical system

1 Battery, 2 Alternator, 3 Alternator regulator, 4 Starter, 5 Ignition switch, 6 Consumers.

I_B Battery current, I_G Alternator current, I_V Equipment current draw.

B Battery, G Alternator, S Starter.



UMEO662-1E

kuva 5. Arkkitehtuurikaavio (3, s. 1102)

Tässä projektissa kaikki kuluttajat ovat päävirtakatkaisijan takana, eikä niitä siten erotella kahteen eri piiriin, kuten liitteestä 5 voidaan nähdä.

4.2 Latausjärjestelmä

Ajoneuvon latausjärjestelmän suunnittelussa tulee huomioida, miten kytkennät tehdään, koska kuluttajien sijoittamisella on merkitystä latausvirtaan ja virtapiikkeihin ja kuluttajien käyttöjännitteen laatuun (3, s. 1102–1107).

Latausjärjestelmä voidaan kytkeä käynnistysmoottorin johtimeen, koska se on kytketty suoraan akkuun suurikokoisella kaapelilla, jossa on pieni jännitehäviö. Käynnistysmoottorin johtimelle saavutetaan suurempikäyttöaste, sekä latauspiirissä on pienempi tehohäviö. Käynnistysmoottorin johdin on yleensä suuripoikkipinta-alaista kaapelia, jotta johtimen resistanssi pysyy pienenä, minkä takia sitä on hyvä hyödyntää akun lataukseen.

4.3 Virranjakoyksiköt

Korimoduulit syöttävät virtaa kytketyille komponenteille ohjainlaitteen kytkimestä tai ohjelmoinnista. Uudenaikaiset korimoduulit eivät sisällä vanhanaikaisia releitä, sillä ne on korvattu puolijohteilla. Tällä uudella teknologialla saadaan vähennettyä johtojen, releiden sekä sulakkeiden määrää, joka on vanhaan korisähköjärjestelmään nähden pienempi. Tässä projektissa käytettiin PSDX-1-korimoduuleja (kuva 7), joita voidaan ohjata perinteisillä kytkimillä ja digitaalisesti tabletilla. Moduuleja tulee yhteensä kolme kappaletta, R3 keskuksen kohdalle tulee master-yksikkö, joka keskustelee keulassa R1- ja R2-komponenttien kanssa ja tavarasäiliössä olevien R5-komponenttien kanssa. Konseptisuunnitelmista poiketen R1- ja R2-relelaatikot jakavat yhteisen moduulin ja R4-relelaatikko poistettiin suunnitelmista kokonaan ja R3-komponentteja ohjaa master-yksikkö.

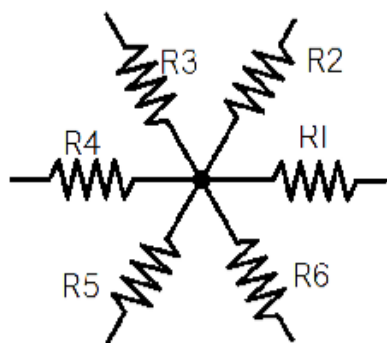


kuva 6. PSDX-1 master- ja kaksi slave-moduulia

Korimoduuleja voi olla enintään viisi kappaletta, joista yksi on master, joka hallitsee slave-moduuleja. Moduulit kommunikoivat toisilleen kolmen johtimen kautta. PSDX-1-master-moduuli kykenee antamaan 16 yksittäistä lähtöä ja slave 12 lähtöä, joilla voidaan ohjata erinäisiä komponentteja. Keskuksia ohjelmoidaan tabletilla Bluetooth-yhteyden välityksellä joko Androidilla tai Realdash-ohjelmalla. Päävirrankatkaisu ajoneuvossa tehdään mekaanisella virtakytkimellä, koska lähtötietojen mukaan PSDX-1 kuluttaa myös lepotilassa 90 mA virtaa, mikä kykenee tyhjentämään akun ajan myötä.

4.4 Maadoitus

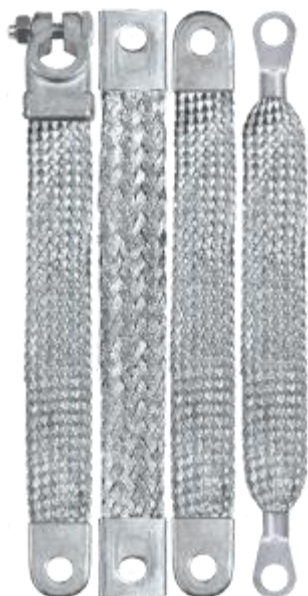
Johtosarjan yksi tärkeimmistä tekijöistä on hyvä maadoitus, koska ilman sitä voi komponentteihin voi tulla ongelmia tai häiriöitä. Lähtökohtaisesti on hyvä suunnitella ja asentaa komponenttien maadoituspiste yhteiseksi kuten alla olevasta kuva 7 nähdään, jolloin poistetaan mahdolliset maadoitussilmukat. Etenkin sensoreissa ja moottorinohjauksessa on vältettävä mahdollisia maadoitussilmukoita, jotta galvaanisesti kytkeytyviä häiriöitä ei pääse syntymään. (4)



kuva 7. Tähtimaadoitus teoriassa (5)

Moottorinlohko yleisesti maadoitetaan ajoneuvon runkopalkkiin tina päällystetyllä punotulla kuparijohtimella (kuva 8). Johdin on päällystetty, jotta se ei hapetu, koska johtimella ei ole muuta eristettä. Punos myös se kestää hyvin mekaanista rasitusta, koska se koostuu monesta pienemmästä säikeestä. Kyseisiä johtimia saa erikokoisina ja -pituisina, mutta niitä pystyy myös itse valmistamaan. Runkopalkista on yleisesti ottaen hyvä maadoitus koriin, koska korinosat on hitsattu toisiinsa, mutta on hyvä laittaa runkopalkin ja korin välille johdin, josta sitten jatketaan maadoitusta akulle (6, s. 8)

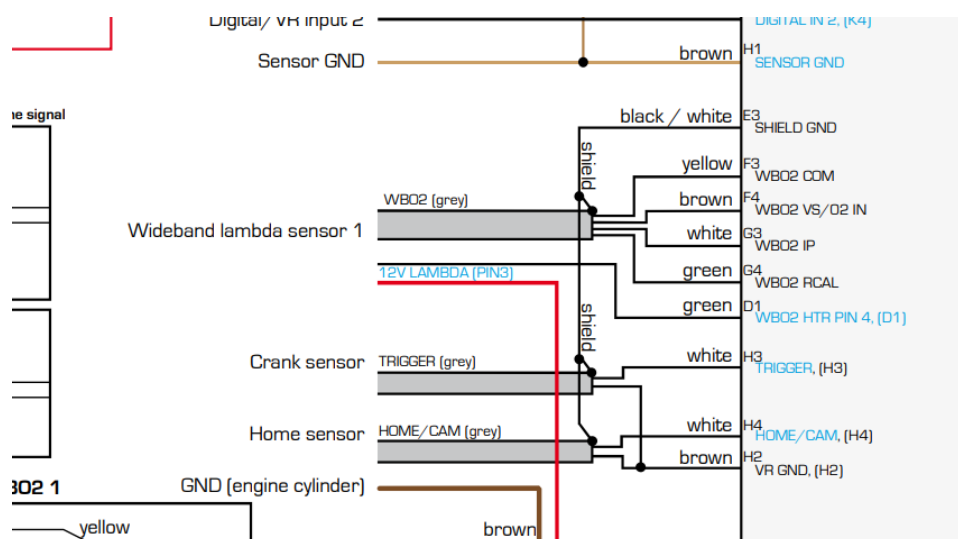
Korimaadoitukset tulevat lähelle jokaista komponenttia, jossa uusi maalipinta puhdistetaan maalista ja varmistetaan hyvä maadoituspiste. PSDX-1-korisähköjärjestelmä syöttää sähköä maadoitetuille komponenteille, koska ulostulo on 12 V:n positiivinen jännite. Teoriassa jokaista komponenttia voitaisiin hallita yhdellä johtimella, jos komponentti olisi valmiiksi maadoitettu runkoon. Käytännössä maadoituspisteiksi etsittiin mahdollisimman monta komponenttia kattava maadoituspiste, koska tällä vähennetään korin altistumista ruostumiselle.



kuva 8. Punottu maadoituskaapeli (7)

Komponenttien maadoittamisessa on vältettävä maadoitussilmukoita, joita voidaan estää laittamalla laitteelle omavarainen maadoituspiste koriin tai runkoon. Esimerkkinä tapaus, jossa on kaksi kuluttajaa, jotka ovat maadoitettu väärin. Jos ensimmäisen maadoituspiste häiriintyy tai kontakti katkeaa, toinen kuluttaja voi pahimmassa tapauksessa kuormittaa maadoitussilmukan kautta ensimmäistä kuluttajaa joko maadoituksen tai virran kulun kautta, mikä voi aiheuttaa tulipalon tai vahingoittaa komponentteja. Tämän takia sulakkeita ei sijoitettu maadoituksen puolelle (8).

Moottoriohjauksen johtosarjassa on tärkeää, miten maadoittaa anturit ja virtaa vaativat komponentit, jotta ei tule häiriösignaaleja antureille. Myös starttimoottorin ja laturin johdotukset ovat eristetty moottorin johtosarjasta. On tärkeää maadoittaa erilaisten antureiden kuten lambdan sekä nokka- ja kampiakselin asentoanturin kaapelin häiriösuojattu suojakuoret yhteen (kuva 9). Kuvassa on MaxxECun johtosarjakaavio, jossa kyseisten anturien "Shield"-häiriösuojakuori on maadoitettu yhteen, mutta moottorin päädyssä ne ovat auki.



kuva 9. MaxxECU-kaavion sensorien väliset maadoitukset ja suojattujen sensorien johtimien kytkentä (9)

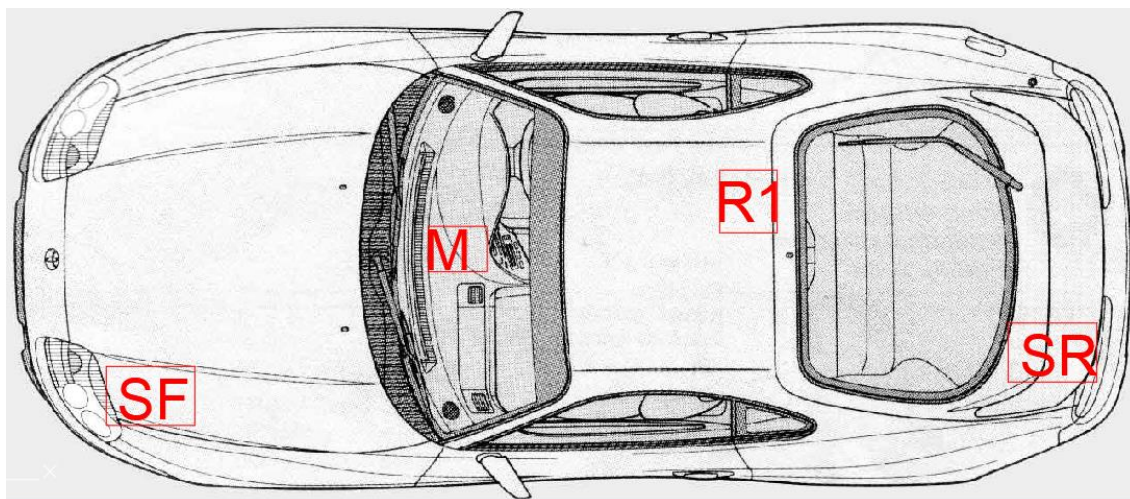
Kokonaisuudessa ajoneuvon sähköjärjestelmässä on kaksi eri suljetun piirin maadoitusta, jotka ovat kori- ja sensorimaadoitus, joilla määritellään, vaatiiko komponentti suojatun virtapiirin.

5 Komponenttien valinta

5.1 PDSX-1-korimoduuli

Projektiin valittiin SPLeinosen PDSX-1-korimoduulisähköjärjestelmä, koska yrityksen tarjoamat laitteet vastasivat tämän projektin vaatimuksia. Moduuleja voi kytkeä sarjassa useamman kerralla ja kaikkia hallitaan yhden päämoduulin avulla. Hallinnointi tapahtuu RealDash-nimisellä ohjelmistolla, jonka saa ladattua tabletille tai tietokoneelle. Korimoduuleja voidaan hallita myös analogisella signaalilla esimerkiksi fyysisillä kytkimillä tai analogisilla sensoreilla. Laitteiden ohjattavuus on todella monipuolinen ja helposti hallinnoitava.

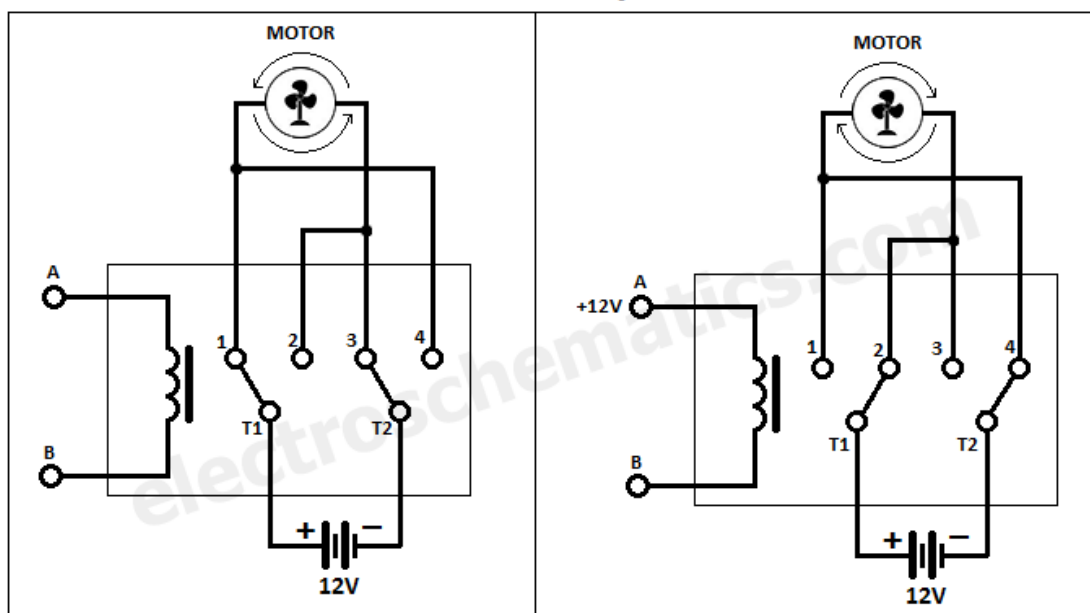
Korimoduulit sijoitetaan kolmeen eri pisteeseen, eteen, keskelle ja taakse. Moduulien lisäksi tulee yksi päävirta/relelaatikko merkillä R1, joka on kuljettajan penkin takana, ja apukuljettajan takana on akku (kuva 10).



kuva 10. Virranjakopisteet ja relelaatikko

Moduulit eivät sisällä H-siltaa, joka mahdollistaisi tasavirran polaarisuuden kääntämistä, jota tarvitaan esimerkiksi askelmootoreissa tai ikkunannostimissa. Tämän takia suunnitelmassa on toteutettu ikkunannostimet DPDT-releellä (kuva 11), joka vaatii kaksi ulostuloa moduulilta ja yhden maadoituksen, jossa ensimmäinen antaa virran moottorille ja toinen vaihtaa moottorin virran suunnan.

DPDT Relay



kuva 11. DPDT-relekaavio (10)

Ohjainmoduuleista kytketään releen A-kantaan ja 12 V:n syötön positiiviseen johtimeen. Releen suunnan ohjaus tehdään ohjelmoimalla käyttäen.

Lähtöjen lisäksi moduuleihin voi kytkeä antureita analogisisääntuloihin, jotka toimivat ylösvetovastuksena. Se toimii mittaamalla jännitteen lähdon ja anturin välisen maadoituksen. Ajoneuvon alkuperäisiä antureita hyödynnetään projektissa, kuten polttoaineen tasoanturia ja ulkolämpötila-anturia.

5.2 Sulakkeet ja releet

Virran hallitsemisen lisäksi on tärkeää suojata kuluttajat sulakkeet oikosuluilta. Mahdollisten vikasietotilojen ilmetessä, esimerkiksi kun johtosarjan suojaeriste raukeaa ja aiheuttaa oikosulun, voi tämä aiheuttaa johtimien sulamisen ja sytyttää muita ajoneuvon komponentteja tuleen. Autoihin yleensä asennetaan pääsulake ja kuluttajien sulakkeet, koska mahdollisten oikosulkujen ilmetessä on niitä helpompi paikantaa. Liitteenä 5 oleva kuva on suunniteltu ja mallinnettu vastaamaan projektin toteutunutta arkkitehtuuria, jossa voidaan tarkastella kuluttajien sulakkeita.

Sulakkeiden maksimaalisen virran kestävyys lasketaan kuluttajien mukaan, jossa laitetaan lähimmäksi olevaa saatua arvoa. Kokoon puolestaan vaikuttaa johtimen läpimitta, paljonko virtaa johdin kestää ja paljonko virtaa kuluttaja saa käyttää. Projektissa olleet lähtötiedot antoivat tarvittavat sulake koot, jolloin laskemista ei tarvittu.

Virranjakomoduuleja käyttäessäni releiden tarve vähenee. Tässä projektissa on ainoastaan releet käynnistysmoottorissa ja ikkunoidennostimissa, koska muita kuluttajia hallitaan virranjakomoduuleilla.

5.3 Kuluttajat

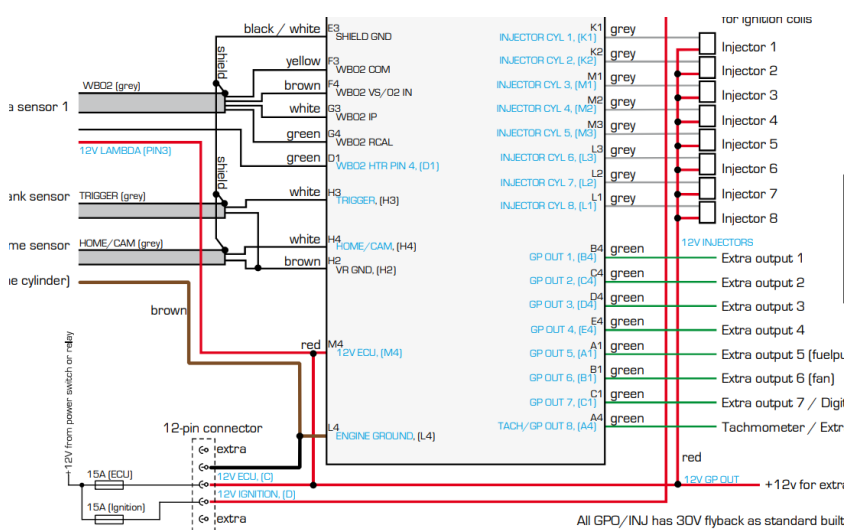
Polttoainepumpun valmistajan Walbron tuottamasta taulukosta (kuva 12) voi tarkastella paineentuottoa suhteen käyttämään virtaan. Polttoainasuuttimet on suunniteltu käyttävän vähintään 3 bar:n painetta, mutta tavoitteena on saada 4,0 bar. Yksi baari vastaa 14,503773 PSI:tä. Alla olevasta, voidaan nähdä, että moottorin ollessa käynnissä laturi tuottaa 13,5 V, jolloin 3-4 bar on 43,51–58,01 PSI, joka vaatii 15,29–16,91 A virtaa. Tästä voidaan päätellä, että polttoainepumppu tarvitsee vähintään 17 A:n kokoisen

sulakkeen, mutta lähin sulake on 20 A, jolloin teoreettinen maksimipaine on noin 7 bar. Pumpulle ohjataan virta releen kautta, joka saa signaalin moottorinohjausyksiköltä.

12.0 Volts				13.5 Volts			
Pressure (PSI)	Averages			Pressure (PSI)	Averages		
	12v (L/Hr)	12v Flow (Gal/Hr)	12v Current (Amps)		13.5v (L/Hr)	13.5v Flow (Gal/Hr)	13.5v Current (Amps)
0	413	109.1	12.32	0	454	119.8	14.45
25	413	109.2	12.24	30	455	120.2	14.53
25	412	109.0	12.25	30	455	120.3	14.55
30	400	105.7	12.68	30	455	120.2	14.53
40	375	99.2	13.52	40	430	113.5	15.29
50	349	92.1	14.36	50	405	107.1	16.07
60	323	85.4	15.23	60	381	100.5	16.91
70	298	78.7	16.09	70	355	93.9	17.82
80	273	72.0	16.92	80	328	86.7	18.68
90	232	61.2	17.61	90	268	70.8	19.10
100	155	41.1	18.28	100	206	54.4	19.80
110	70	18.4	19.18	109	131	34.6	20.55
120	0	0.0	19.96	119	55	14.7	21.42
				128	0	0.0	21.91

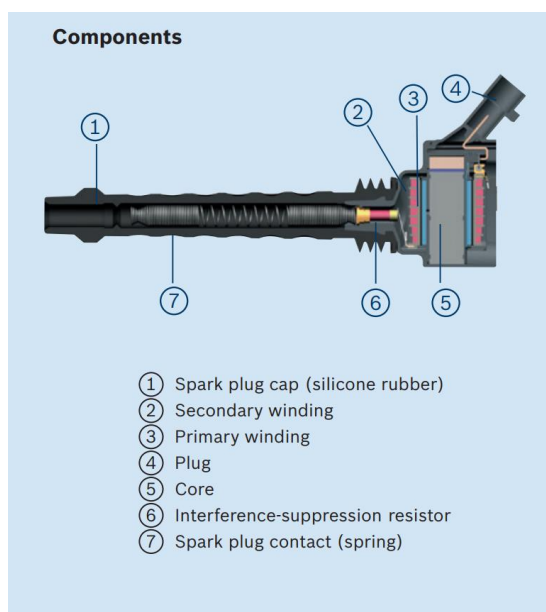
kuva 12. Polttoainepumpun virran kulutus tuottoon nähden (11)

Suuttimet ovat samassa virtapiirissä moottorinohjaimen kanssa. Niitä ohjataan maadoituksella, ja komponentissa on jatkuva positiivinen jännite +12 voltia. Moottorinohjaimena on MaxxECU Race, jonka virrantarve on 15 A. Moottorinohjaus ja suuttimet jakavat yhteisen sulakkeen, joka voidaan nähdä alla olevasta kytkentäkaaviosta (kuva 13). Yhteistä sulaketta käyttävät lambda-anturi ja polttoaineen etanolipitoisuusanturi. Sytytyspuolille on määritetty oma 15 A:n sulake.



kuva 13. Suuttimien virtapiiri ja sulake (9)

Moottorin sytytysjärjestelmään päivitetään uudemmat sytytyspuolat, jotka on paremmin tunnettu nimellään ”coil on plug” (kuva 14), joka tässä tarkoituksessa tarkoittaa sytytyspuolaa pääteasteella. Erillissytytyspuola on vakiintunut käsite autoteollisuudessa (12).

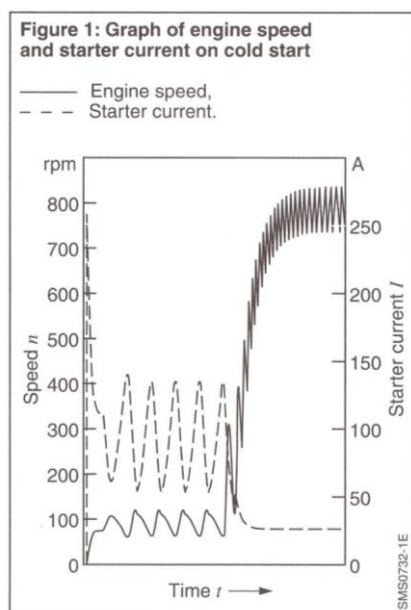


kuva 14. Compact coilin leikkauskuva (12)

Lambda Bosch #0 258 007 057 tai paremmin tunnettu lambda LSU 4.2 mittaa jään-
nöshappipitoisuuden pakokaasusta. Moottoreita voidaan käyttää ilman tätä anturia, jos
polttoainekartat on ennalta mitattu ja lukittu, jolloin polttoainekartat eivät muutu ajon ai-
kana. Kyseinen anturi kytketään samaan piiriin moottorinohjaimen virtaan, joten sen
käyttämään virtaa ei ole ilmoitettu Boschin sivuilta, mutta MaxxECU:n GPO-taulukossa
(liite 2) on ilmoitettu 2 A:n virrankulutus laitenumero GPO9/WBO heater 1:lle, joka vastaa
lambda nr. 1:tä, koska moottorinohjain voi hallita yhtä lambdaa.

Käynnistysmoottorin virtakäyrä on epätasainen, koska moottoria pyörittäessä sylinteriin
syntyy painetta, joka purkaantuu syklin mukaisesti venttiilien auetessa. Käynnistysmoot-
torin tarvitsema virta on jopa alussa 600–700 A, mutta vähenee eksponentiaalisesti,
minkä jälkeen virta on transienttivirtaa. Tarvittava virta on keskimääräisesti 150–200 A,
riippuen sylinterimäärästä, puristussuhteesta ja pyörintänopeudesta, jotka vaikuttavat
siihen, kuinka paljon vastusta moottori tuottaa käynnistysmoottorille. Alla olevan kuvaa-
jan perusteella (kuva 15) voimme olettaa, että käynnistysmoottori vaatii 150 A virtaa,
jolloin saadaan ottomoottori pyörimään 60–100 rpm, joka vaaditaan moottorin käynnis-
tämiseen. Moottori yleensä käynnistyy kahden kierroksen aikana, jolloin sekä kampi- ja

nokka-akselin sijainti että polttoaine ja kipinä saadaan annettua oikeaan aikaan (13, s. 464–485).



kuva 15. Käynnistysmoottorin virrantarve ja moottorin pyörintänopeus (3, s. 1168)

Ajoneuvon akuksi on valittu Varleyn Redtop 30, jossa on 30 Ah:n varaus, jonka pitäisi riittää ajoneuvon käynnistämiseen. Akku on mitoiltaan ja painoltaan pieni, mikä oli hankintakriteerinä. Kylmäkäynnistyskapasiteetti 0 °C:ssa on 550 A, ja painoa on 10,6 kg. Tässä projektissa akkua ei ole suunniteltu käytettäväksi radion tai muiden laitteiden sähköistämiseen vaan lähinnä moottorinkäynnistämiseen. Samaa akkua on käytetty esimerkiksi Ferrari Challenge -urheiluautossa, mikä oli myös yksi huomioon otettu seikka akun valinnassa.

5.4 Liittimet ja liitokset

Ajoneuvossa on useita erilaisia liittimiä, minkä takia projektin suunnittelussa ja valmistamisessa yritettiin pitää liittimien määrät pienenä ja yhtenäisenä. Ajoneuvovalmistajan alkuperäisiä liittimiä pyrittiin käyttämään uudelleen, jotta valaisimet ja muut komponentit olisivat vaihdettavissa, jos ne menisivät epäkuuntoon. Tavoitteena oli pitää kustannukset mahdollisimman pieninä.

Puristusliitosta suositetaan vahvasti johtimien juottamisen sijaan, koska kovettunut tinaliitos voi ajan kanssa murtua, jos se on jatkuvassa mekaanisessa rasituksessa tai tärinässä. Tinatuista liitoksista ei saada homogeenisiä, joten niiden laatua on vaikea tarkkailla, kun taas puristusliitoksista saadaan lähes aina identtiset (3, s. 398).

5.5 Johtimet

Johtimien päällyste tai suojakuorimateriaali on tyypillisesti PVC:tä (polyvinyylikloridia), joka on yleisesti käytössä autoteollisuudessa. Suojakuoren valitsemisessa on otettava huomioon, missä olosuhteissa johdin tulee olemaan, tarvitseeko sen kestää mekaanista rasitusta, kemikaaleja tai lämpövaihteluita, unohtamatta palokuormaa, jossa halogeenien määrä on otettava huomioon. Tina- ja hopeapäällysteiset kuparijohtimet eivät haperu toisin kuin paljaana olevat johtimet, joten moottorinohjauksen johtosarja on parempi toteuttaa tinapäällysteisillä johtimilla, koska ne eivät haperu ja tina on edullisempaa kuin hopea (14).

Selvitykseni mukaan moottorinohjauksen johtosarja on hyvä toteuttaa MIL-spec 44 tai 55 -vaatimusten johtimilla, koska ne on valmistettu tinapäällysteisillä kuparisäikeillä Tefzel-kuoreen. Tefzel-suojakuori perustuu ETFE- eli eteenitetrafluoroeteenipolymeeriin, mikä täyttää mil-spec-vaatimukset. Suojakuori on ohuempi ja kestävämpi lämmölle, mutta on häiriöalttiimpi sähkömagneettiselle häiriölle. Nämä ominaisuudet siis säästävät painossa ja on paremmin suojattu ulkoisilta häiriöiltä (15). Projektissa käytettiin moottorinohjaimen mukana tullutta johtosarja-aihiota, joka on valmistettu PCV-johtimilla.

Häiriösuojatun johtimen käyttötarkoitus on suojata signaalien puhtautta ulkoisilta, esimerkiksi sähkömagneettisilta häiriöiltä (EMI), jotka tässä tapauksessa ovat kampi- ja nokka-akselin asentoantureiden signaaleja. Häiriösuojattuja johtoja on kahta eri tyyppiä, joko kääritty metallipunokseen tai kääritty folioon (kuva 16).



kuva 16. Häiriösuojattu johdin alumiinifoliokääreessä (16)

Foliosuojattu johto antaa 100 %:n suojauksen, mutta sen kestävyys mekaaniselle rasitukselle on rajallinen, kun taas teräspunottu suojaus kestää paremmin mekaanista rasitusta. Teräspunottu suojaus takaa tavallisesti 70–95 %:n suojauksen, koska punoksen pienempi tiheys suojaa huonommin korkeataajuisilta sähkömagneettisilta häiriöiltä. Suojan maadoituksella on merkitystä, onko suoja maadoittamaton tai maadoitettu toisesta päästä tai molemmista. Folio on kevyempää ja halvempaa verrattuna punottuun johtoon, mutta punottu on helpompi päättää liitokseen. Markkinoilla on myös saatavilla hybridi-suojattuja johtoja, joissa on käytetty molempia suojauksia. Tässä projektissa suunniteltiin johtosarja, jossa käytettiin metallipunoksella suojattuja johtoja. Kampiakselin ja nokkakselin anturit ovat VR-antureita ja vanhan kytkentäkaavion mukaan antureiden johtimet ovat häiriösuojattua kaapelia. Myös MaxxECUn kaaviossa ovat antureiden johtimet suojattuja (17).

5.6 Kiinnitys, suojaus ja läpiviennit

Johtimien suoja kuoren lisäksi johtosarjat suojataan erilaisilla materiaaleilla ja menetelmillä. Yleisimmät tavat ovat eristeteippi, kutistesukka ja suoja putki, mutta suojamenetelmä valitaan käyttökohteen mukaan. Suojauksessa pitää ottaa huomioon, altistuuko johtosarja nesteille, pölylle, mekaaniselle rasitukselle ja sähkömagneettisille häiriöille.

Kutistesukka on muoviputki, joka kutistetaan lämmöllä johtimen ympärille ja joka suojaa johtimissa olevia paljaita kontakteja oikosuluilta ja hapettumiselta. Muoviputkia valmistetaan eri muoviyhdisteistä, ja tuloksena on erilaiset lopputulokset, kuten jäykempi tai peh-

meämpi putki. Materiaalien lisäksi kutistesukkia valmistetaan erikokoisina. Niistä ilmoitetaan alkukoko ja kuinka pieneksi kutistesukka kutistuu lämmittämisen jälkeen, mikä voidaan myös ilmoittaa kutistussuhteena. Kutistesukkaa saa myös eri väreissä (kuva 17) ja liimalla varustettuna, mikä on todella suosittua johtosarjojen tekemisessä. Moottorijohtosarja suojattiin mustalla, liimalla varustetulla ja joustavalla kutistesukalla, koska se soveltui käyttökohteeseen.



kuva 17. Kutistesukkia eri muodoissa (18)

Suojaamisen lisäksi johtosarjat ja johtimet kiinnitettiin koriin, jotta ne eivät aiheuta meteliä tai pahimmassa tapauksessa aiheuta oikosulkua mekaanisen rasituksen myötä. Kiinnityksien lisäksi johdot vietiin läpi korista sisältä ulos. Läpivienti tuli eristää ja vaimentaa läpivientikumeilla tai -liittimillä, jotta estetään veden, pölyn ja äänen kantautumista sisälle.

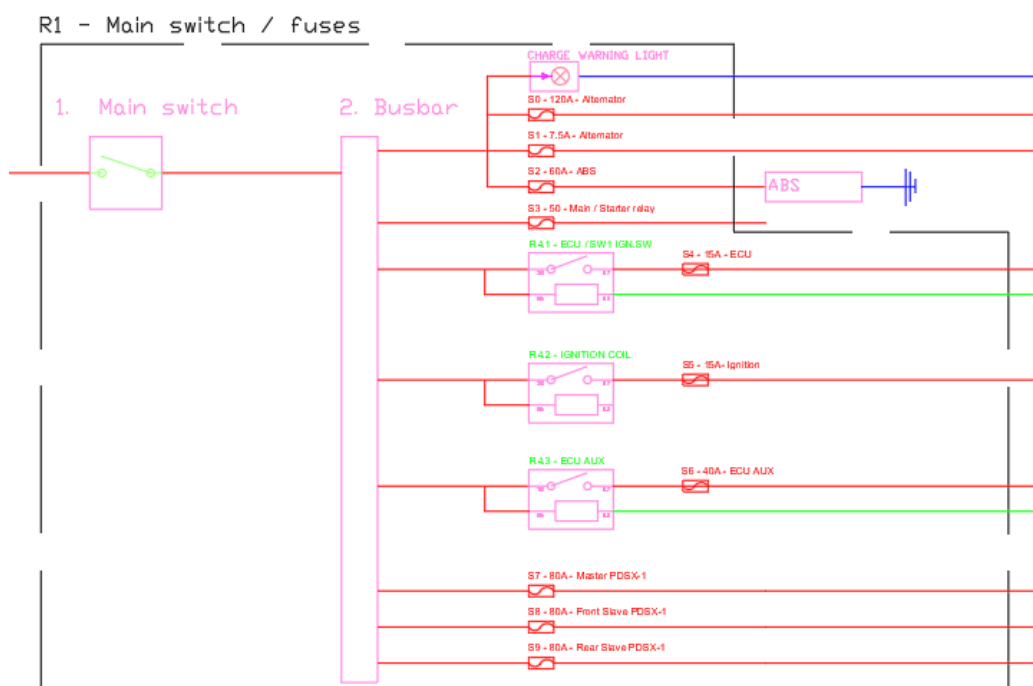
6 KytKentäkaavion suunnitleminen

KytKentäkaavio tai piirikaavio on looginen suunnitelma, jossa kuvataan kaikki komponenttien kytkennät toisiinsa.

KorisähkÖjärjestelmän kytKentäkaavio on suunniteltu, tiedossa olevien komponenttien ja toimintaperiaatteiden mukaisesti. Suunnitelmat luotiin Autocad-suunnitteluohjelmassa, koska se oli tuttu ohjelma työelämästä ja sen tarjoamat työkalut sopivat hyvin tähän projektiin. KytKentäkaavio on liitteenä 6, jossa näkyy koko kytKentäkaavio. Tässä luvussa

tarkastellaan suunnitelmaa tarkemmin. Kaaviossa on suunniteltu ensin korimoduulit, joiden alle suurin osa komponenteista tulee. Korimoduulien lisäksi kaaviossa on virranjakokeskus R1.

Virranjakokeskus R1 jäi suunnitelmiin, koska se on sijoitettu apukuljettajan taakse. Keskukseen myös kuuluu akku, vaikka se on rajattu kytkentäkaaviosta (kuva 18) pois.

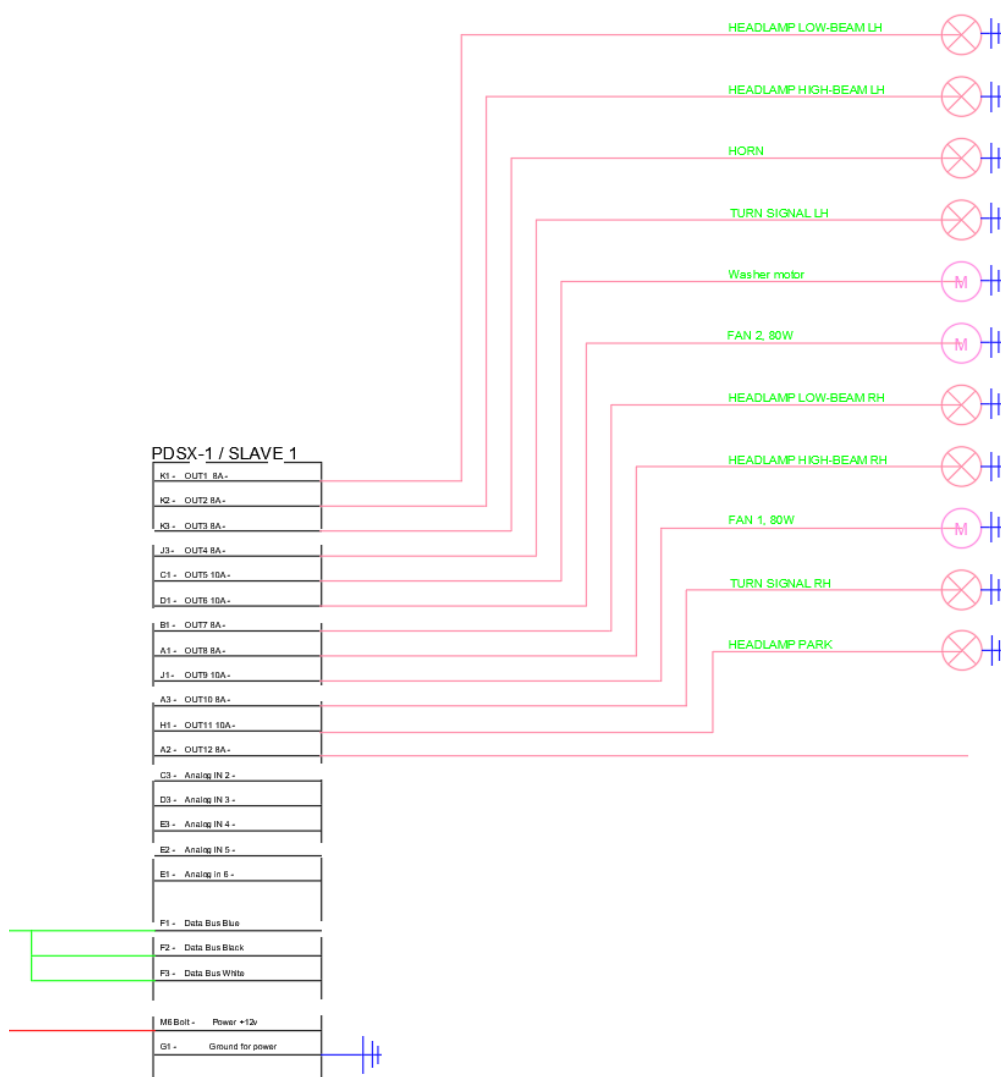


kuva 18. R1-virranjakokeskuksen kytkentäkaavio

Kaaviossa on myös latausjärjestelmän sulakkeet ja varoitusvalo, jonka kytkentäkaavio on tarkistettu ajoneuvon lähtötiedoista. Keskukseen on suunniteltu valmius ABS-järjestelmän lisäykselle. Moottorinohjauksen virran syöttö on suunniteltu releellä, jotta ajoneuvon moottorin sammutus voidaan tehdä avaimesta tai PDSX-1-moduulista. Sulakkeet on

mitoitettu kaavioon ja merkitty S1-numeroin, jolloin sulakkeen voi merkitä helposti ja huoltokirjaan voi ilmoittaa selitteen (liite 3).

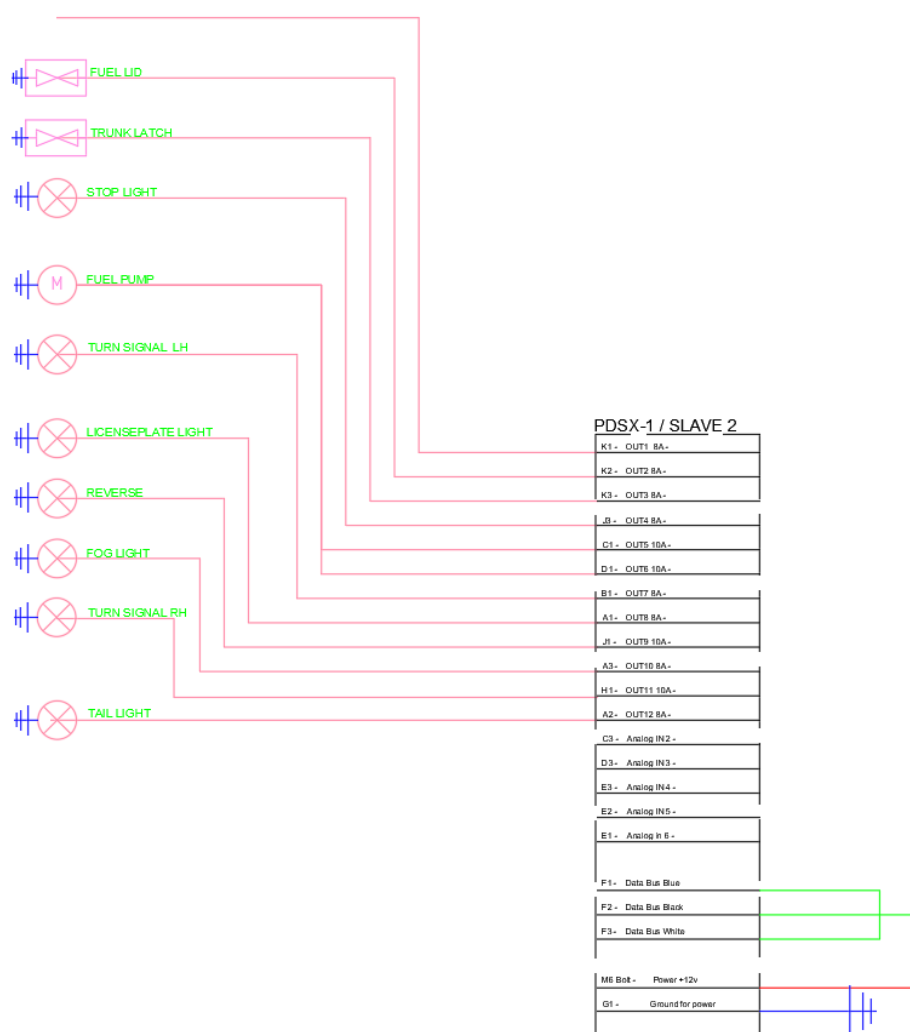
Korisähkömoduulit on jaettu suunnitelmissa selkeyden vuoksi kolmeen eri osaan, lähdöt ja sisääntulot, signaali ja virta (kuva 19).



kuva 19. SF-korimoduulin kytkentäkaavio edessä oleviin komponentteihin

SF-moduulin kaaviossa on kytketty etuvalaisimet, merkkiääni ja -valot, tuulilasipesurin moottorin ja jäähdyttimen tuulettimet. Moduulin kuluttajienmaadoitus on pisteessä 1 ja 2, jotka sijaitsevat etulokasuojan takana (kuva 3).

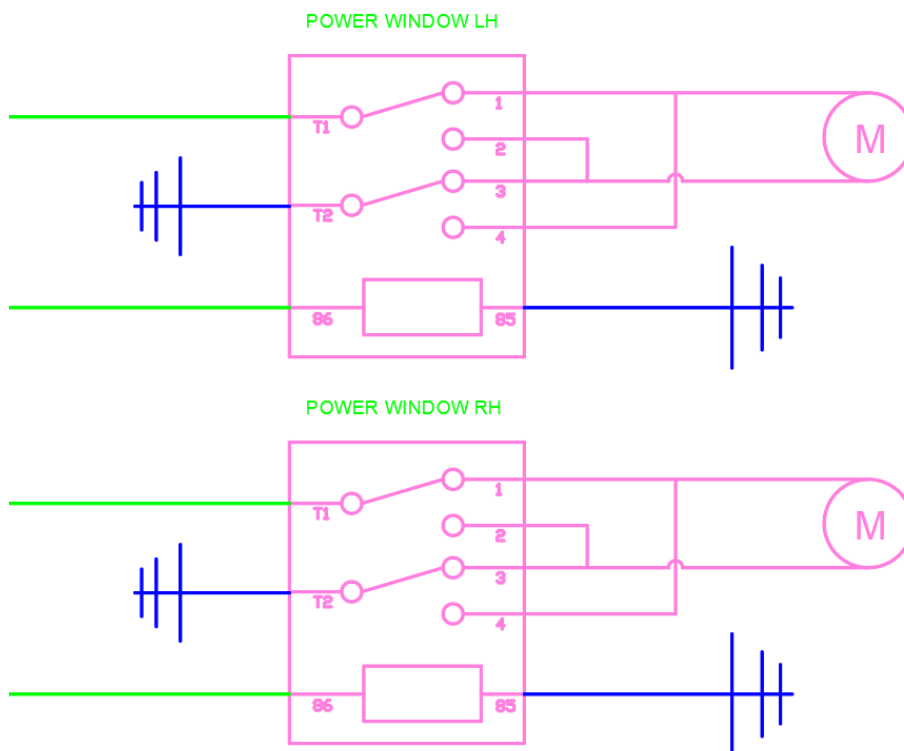
Korin sisällä oleva moduuli SR, joka on takatilassa, toimii samalla toimintaperiaatteella kuin SF-moduuli. SR-moduulin maadoitus on maadoituspisteessä 6 (kuva 3). Moduuliin on kytketty polttoainepumppu, jonka virrankulutus on laskettu 17 A:ksi. Polttoainepumpun korkean virrankulutuksen takia SR-moduulissa on otettu kaksi lähtöä käyttöön yhdelle komponentille, joissa molemmissa on 10 A:n lähtö, lähdöt C1 ja D1. Näiden yhdistämisellä saamme 20 A suuruisen teoreettisen maksimivirran.



kuva 20. SR-korimoduulin kytkentäkaavio takakontissa sijaitseville komponenteille

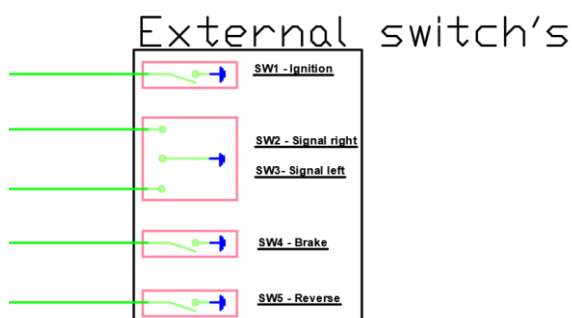
Moottorinohjaukselta lähtee signaali M-moduulille, joka on ohjelmoitu käynnistämään polttoainepumpun. Tällä ratkaisulla saadaan turvallinen ja releetön toteutus polttoainepumpun virranhallinnalle, koska moottorinohjain ei lähetä signaali polttoainepumpulle, jos moottori ei pyöri.

Sähköavusteiset ikkunannostimet toteutettiin DPDT-releillä, kuten alla olevasta kytkentäkaaviosta voidaan nähdä (kuva 21).



kuva 21. Ikkunannostimen kytkentäkaavio DPDT-releillä

Ajoneuvossa on virtalukko, suuntavilkku, jarruvalo ja peruutusvalo. Ne vaativat fyysisen kytkimen, mitkä ohjelmoidaan komponenteille. Kytkentäkaaviossa oli varaus kytkimille, kun johtosarjaa valmistetaan (kuva 22). Kytkimien sijoitus ja johtojen pituudet tarkentuvat valmistuksen aikana.



kuva 22. Ulkoiset hallintalaitteet, jotka kytkettiin M-moduuliin

Kytchentäkaaviosta jätettiin pois moottorinohjauksen kytchentäkaavio, koska se oli valmiiksi suunniteltu laitetoimittajan puolesta.

7 Johtosarjan valmistaminen

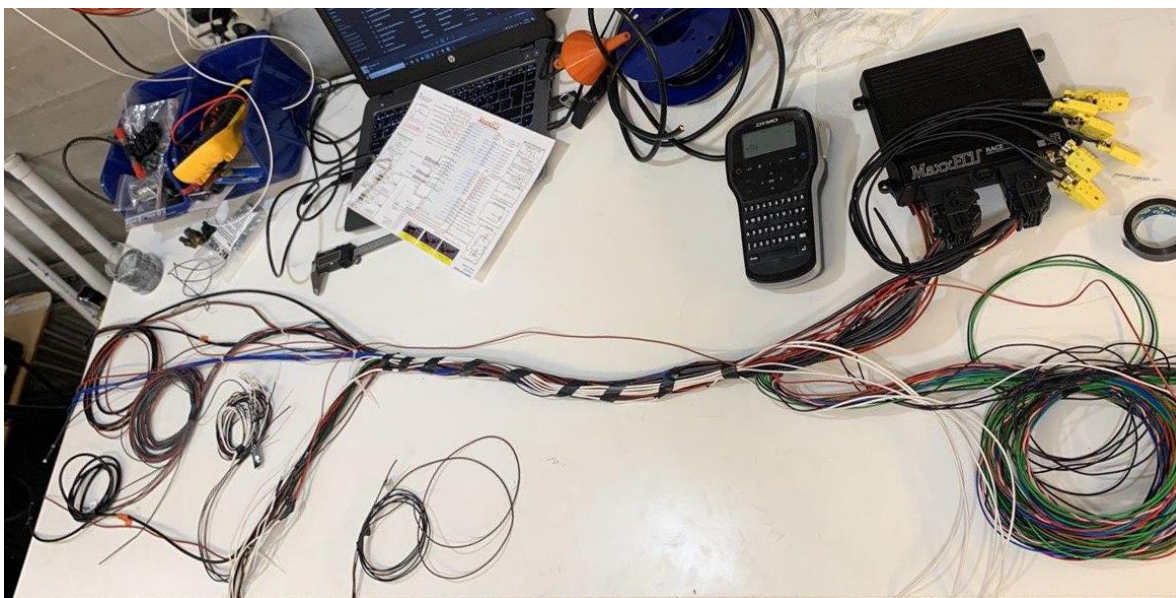
Moottorin johtosarjan valmistamisessa käytettiin avuksi laitetoimittajan toimittamaa kytchentäkaaviota, jossa oli kaikki tarvittava tieto, jotta omat komponentit saatiin suunniteltua sen oheen. Valmiissa johtosarja aihiossa oli ylimääräisiä johtimia, joita karsittiin, koska moottorinohjauksessa on enemmän lähtöjä kuin projekti vaati. Johtosarjaan lisättiin muutama 5 V:n ja 12 V:n virtajohdin ja maadoitusta sensoreille.

Johtosarjan johtimien pituuden mitoittaminen tehtiin fyysisesti, niin että johtosarja-aiho asetettiin moottorin ympärille ja kaapelit reititettiin halutulla tavalla (kuva 23). Kaapelit sidottiin johdinsiteillä ja teipattiin osittain, jolloin saatiin johtosarjan haaroitus luotua. Valmiiksi asennetut komponentit ja anturit mahdollistivat johtosarjan pituuksien merkitsemisen.



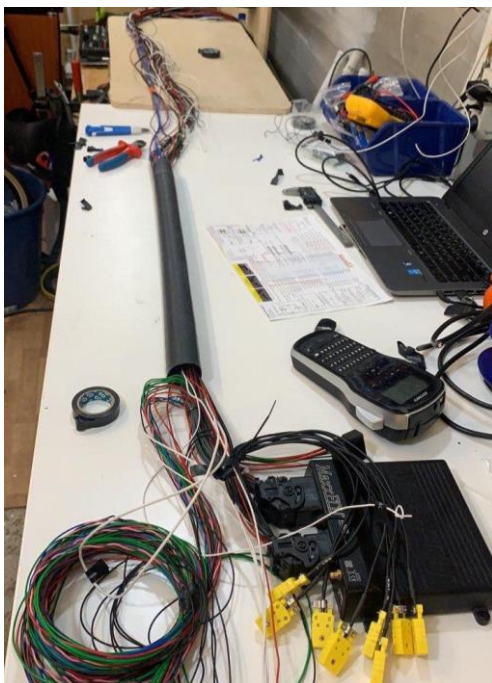
kuva 23. Johtosarjan asetteleminen moottorin ympärille

Johtosarjan asettelemisen jälkeen, kun reititykset ja pituudet on merkitty, otetaan johtosarja varovasti pois moottorin ympäriltä. Seuraavana johtosarjasta poistetaan ylimääräiset johdot asettamalla ne johtosarjan sivuun. Ylimääräiset johdot poistetaan vasta projektin valmistuttua. Kuvassa 25, jossa pöydälle on levitetty johtosarja, näkyy johtojen haaroitukset ja ylimääräiset johdot on otettu sivuun.



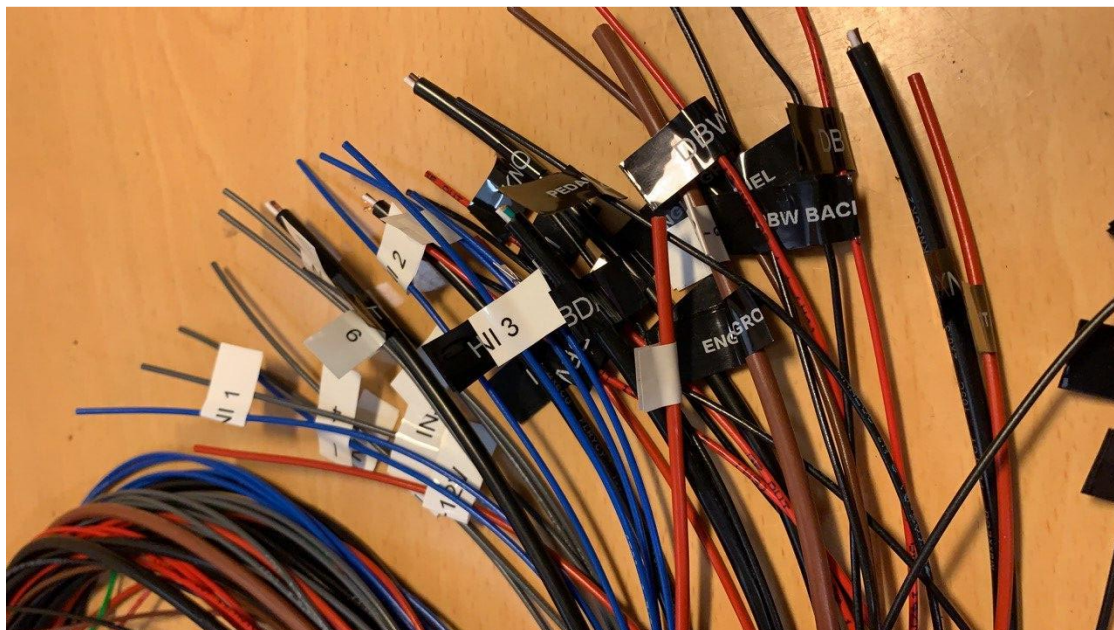
kuva 24. Moottorin johtosarja levitetty pöydälle ja ylimääräiset johdot on käärity kerälle vasemmalla

Johtosarja laitetaan useamman erikokoisen ja -pituisen kutistesukan läpi, jolloin johtosarjasta tulee yhtenäinen ja suojattu. Pituutta johtosarja ahiolla on kolme metriä (kuva 25), jossa työpöydän pituus loppui kesken. Kutistesukka on varustettu liimalla, joten virheiden sattuessa johtojen lisääminen tai poistaminen on hyvinkin haastavaa.



kuva 25. Johtosarja pujotettuna kutistesukan läpi

Kutistesukan pujottamisessa oli oma haasteensa, koska johdot oli merkitty etukäteen tarratulostimella (kuva 26).



kuva 26. Johtimet merkittynä komponenteille ja antureille

Johtosarjan kutistesukan lämmittäminen oli myös haastavaa niiden koon vuoksi, kun paksuimmassa kohdassa oli 39 mm:n kokoinen kutistesukka. Lämmitys tulisi suorittaa hallitusti, jotta johtimet eivät vahingoitu työn aikana. Johtosarja asetettiin korkeille tik-kaille (kuva 27), jossa johtosarjaa pääsi helposti lämmittämään molemmin puolin.



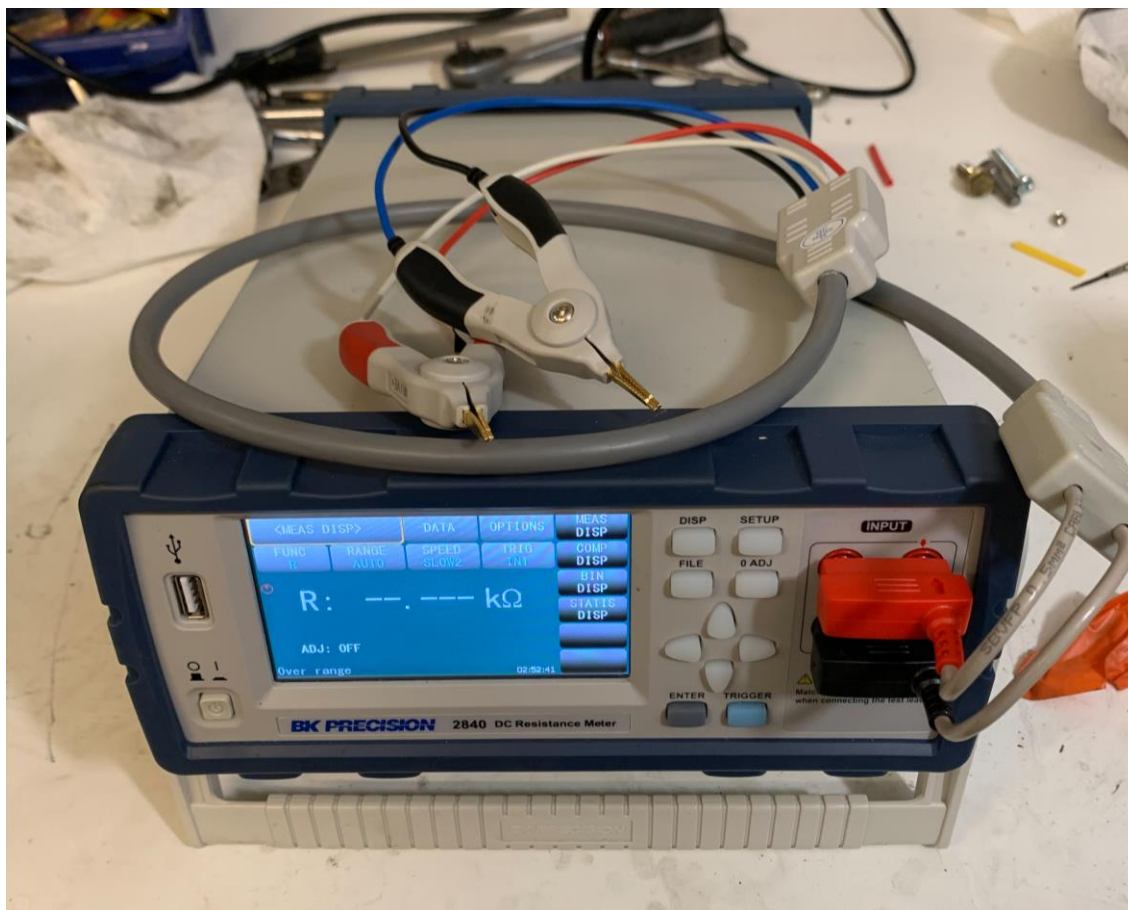
kuva 27. Johtosarja asetettuna tikkaille kutistesukan lämmittämistä varten

Kutistesukan lämmittämisen jälkeen johtimien pätyihin asennetaan antureiden ja komponenttien liittimet. Asennus tapahtuu jälkikäteen, koska kutistesukka olisi fyysisesti rajoittanut liittimien pujottamista kutistesukan läpi. Kutistesukan liima jäykisti johtosarjaa enemmän kuin osasin odottaa, minkä takia johtosarjaa tulee lämmittää uudestaan, jotta se saadaan muotoiltua korin mukaisesti.

8 Maadoituspisteiden resistanssi mittaustyö

8.6 Mittalaite

Mittaustyö tehtiin BK Precision 2840 -tasavirtavastusmittarilla (kuva 28), joka kykenee mittamaan 20 milliohmiin asti ja tarkkuus laitteessa on 0,1 %. Laite toimii syöttämällä tunnetun jännitteen ja mittaamalla se häviön piirissä, joka tässä tapauksessa on kori (kuva 2).



kuva 28. Milliohmimittari

Mittauslaitteen mittajohtimet olivat lyhyet korin mittaamista varten, koska mittalaite on suunniteltu komponenttien ja piirilevyjen mittaamiseen. Mittajohtimia jouduttiin pidentämään banaaniliittimillä varustetuilla mittajohdoilla, minkä takia suoritettiin kontrollitesti.

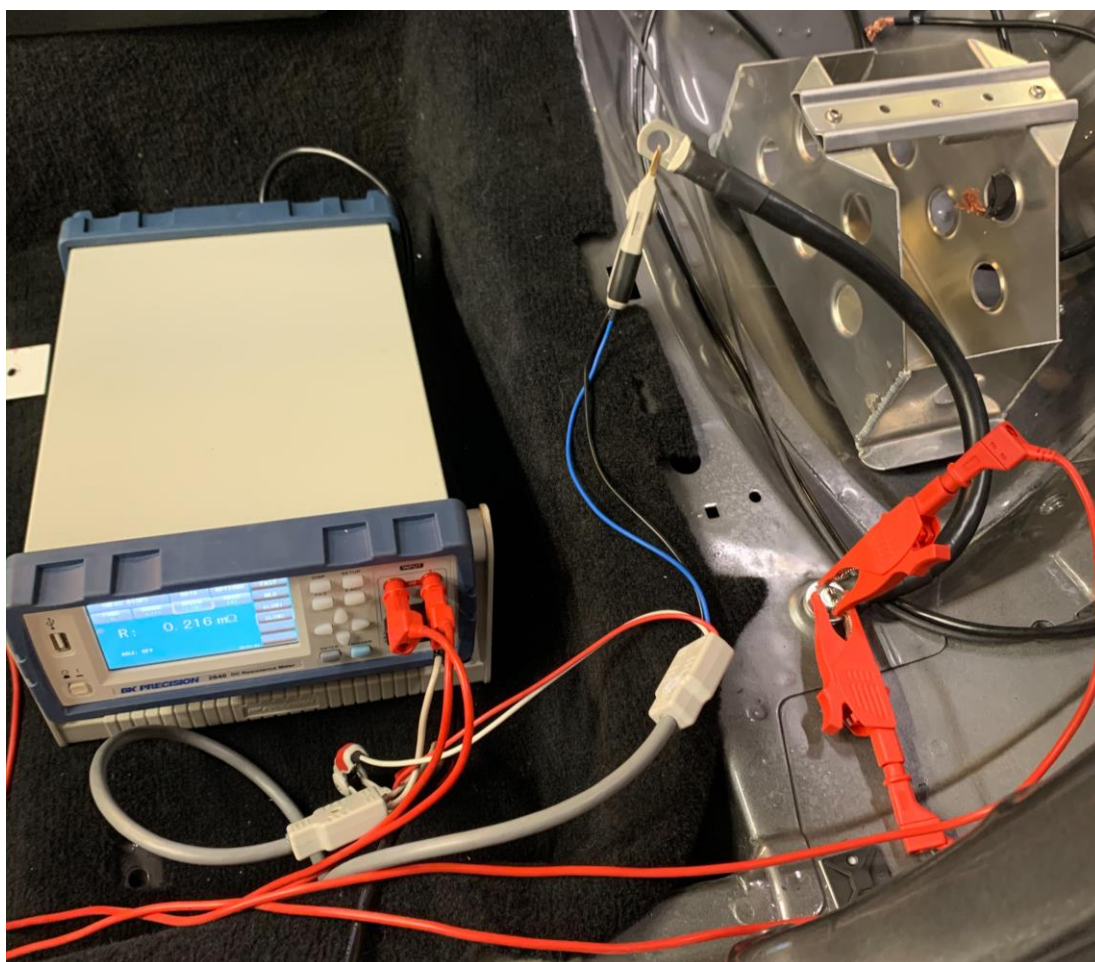
Johtimia saatiin pidennettyä kahden metrin pituiseksi. Uudet mittajohtimet kalibroitiin samalla tekniikalla kuin ohjekirjassa on ilmoitettu. Mittaamme laitetoimittajan ja oma tekoi- set mittajohtimet tunnetun vastuksen läpi esim. pienen johtimen, jolloin saamme vertailua varten mittaustuloksia. Ensimmäinen kontrollitesti suoritettiin alkuperäisillä mittajoh- timilla ja saatiin vastuksen arvoksi 0,867 milliohmia. Kontrollin testin toiseksi arvoksi mi- tattiin 0,833 milliohmia. Kontrollitestin suorittamisen jälkeen voitiin laskea, kuinka monta prosenttia mittatulos eroaa toisistaan käyttäen kaavaa 6. Laskun lopputulokseksi saatiin laskettua, että ensimmäisen kontrollitestin toleranssi toisesta kontrollitestistä oli 4,081 %, joka voidaan huomioida loppumittauksissa.

$$p = \frac{a-b}{b} \cdot 100\% \quad (3)$$

Mittaustuloksen erovaisuuden vaikuttaminen johtimen mitoituksessa, lasketaan +-4 prosenttiyksikön toleranssi. Tässä projektissa ei ole tarkkuuselektronikkaa, jolloin laskettu toleranssi on hyväksyttävissä arvoissa. Omatekoisen mittajohtimen kalibrointiresistanssi oli huomattavasti korkeampi kuin tehtaan alkuperäinen.

8.7 Mittaustyö

Mittaus suoritettiin kuva 3 mukaisesti kuuden eri mittauspisteen avulla, joissa mittapiste 5 oli vakiona. Akun ja korin välinen kytkentäkaapeli (kuva 29) mitattiin ja ilmoitettiin mittauspiste 5:n arvoksi 0,216 milliohmia, joka on nähtävissä taululukossa 4.



kuva 29. Akkukaapelin ja mittapiste 5:n vastuksen mittaaminen

Loput mittaukset suoritettiin kuten järjestelmä olisi kytketty käyttöön eli maadoituskaapelin akunpuoleisesta akkukenkäkaapelista otettiin ensimmäinen mittauspiste ja toinen mittauspiste otettiin pisteistä 1,2,3,4 ja 6. Mittausarvot merkittiin suoraan taulukkoon, josta

pystyi suoraan vertailemaan mittauksen aikana, onko maadoituspisteessä häiriöitä. Kuten taulukosta 3 voimme huomata, että mittauspisteissä 1 ja 2 oli huonoimmat maadoitukset ja ne vaativat toimenpiteitä. Maadoituspisteet puhdistettiin teräsharjalla maalista ja lakasta, jolloin toisen mittauksen aikana huomattiin, että maadoituspisteen puhdistaminen auttoi huomattavasti, koska kontaktinvälillä vastus tippui radikaalisesti.

Taulukko 3. Milliohmin mittaustulokset mittauspisteistä ja toimenpiteet

Mittauspiste	Ensimmäinen mittaus	Toinen mittaus	Toimenpiteet
1.	2,321 milliohmia	0,702 milliohmia	Maadoituksen putsaminen teräslankaharjalla
2.	1,721 kilo-ohmia	0,603 milliohmia	Maadoituksen putsaminen teräslankaharjalla
3.	0,797 milliohmia (moottorilohko ja korin liitos)	0,858 milliohmia (kansi)	
4.	0,534 milliohmia	0,511 milliohmia	
5.	0,216 milliohmia		
6.	0,540 milliohmia	0,553 milliohmia	

Maadoituspisteiden kontaktia parannettiin elektroniikkakontaktin tyyppisellä vaseliinilla, jonka tarkoitus on suojata paljaita pintoja hapettumiselta ja mahdollisesti pienentää vastusta. Johtimet on maadoitettu koriin putkikaapelikengällä, joka ruuvataan koriin kiinnimuttereilla. Korin kierteet puhdistettiin kierretyökälulla ennen kiinnittämistä, jotta saavutetaan parhain mahdollinen maadoitus ja pienin vastus.

8.8 Jännitehäviön laskeminen

Jännitehäviötä varten oli selvitettävä mittapisteen kautta kulkeva paluuvirta, joka laskettiin lähtötiedoilla. Paluuvirran suuruus muuttuu ajoneuvon käyttötilanteen mukaan. Tämän takia päätelemme teoreettisen virran kulutuksen, jotta voimme laskea jännitehäviön. Laskuissa mittauspisteen 5, joka on mitattu akkukaapelin liitinrenkaasta ja kori maadoituksen liitoskohdasta, vastukseksi mitattiin 0,000216 ohmia. Loput mittaukset on mitattu akkukaapelin liitinrenkaaseen, kuten taulukosta 4 nähdään.

Jännitehäviö on esitetty taulukossa 5 käyttäen kaavaa 1, jossa on laskettu tunnetun maadoituspisteen resistanssi ja sen läpi menevä virransuuruus. Akkujännite on laskukavassa 12 voltia, joka on akun ilmoitettu nimellisjännite.

Taulukko 4. Jännitehäviö laskettuna mittauspisteistä

Mittauspiste	Korin vastus mitta- pisteestä akkukaa- peliin (Ohmia)	Virrankulutus paluuvirta maapisteen läpi (A)	Jännitehäviö korissa (mV)
1.	0,000702	25 A	17,5 mV
2.	0,000603	11 A	6,633 mV
3.	0,000858	15 A	12,87 mV
4.	0,000511	20 A	10,22 mV
5.	0,000216	100 A	21,6 mV
6.	0,000553	29 A	16,037 mV

Kuten taulukosta 4 voidaan todeta, lasketut jännitehäviöt ovat todella pieniä ja siten ne eivät isolla osalla vaikuta johtimien mitoituksen laskemiseen. Täten voidaan todeta nykyisien maadoitusten tehohäviön olevan hyvin pieni ja maadoitusten onnistunut, koska korin tuoma vastus on pieni.

9 Pohdintaa

Projektin tavoitteena oli korisähkøjärjestelmän suunnitteleminen ja valmistaminen ja maadoituspisteiden vastuksen mittaaminen sekä yhteistyökumppanille markkinointimateriaalin valmistaminen, ja nämä tavoitteet saavutettiin työn aikana. KytKentäkaavioita haluaisin vielä jatkojalostaa johtosarjapiirustuksin, joissa olisi vielä standardin mukaisesti terminaalien tunnuksot sekä johtimien pituudet ja liittimet. Korimoduulien kytKentäkaavioita ei ollut lähtötietona, koska olimme sopineet, että tuotan laitetoimittajalle kytKentäohjeet, jotka ovat liitteenä 4. Uusien korimoduulien kytKentäohjeiden tekeminen onnistui helposti ja yhteistyökumppani oli tyytyväinen. Tuotteen valmistaminen oli tarkoitus rakentaa laadukkaasti ja kustannustehokkaasti.

Ajoneuvon sähköjärjestelmän suunnittelu on ollut pitkä prosessi, koska projekti on laaja ja suunnittelussa on paljon pieniä yksityiskohtia, jotka piti ottaa suunnittelussa huomioon. Konseptisuunnitteluvaihe kesti lähes vuoden, jolloin myös asetin projektini opinnäyte-työksi, koska projektissa tulee hyvin esille suunnitteluosaamisalueeni. Vaiheen aikana ehdin perehtyä moneen keskeiseen tuoteratkaisuun, jota projektissani olisi voinut käyttää korisähköjen ja moottorinohjauksen osalta. Myös kokonaan omatekoiset tuotteet olisivat olleet mahdollisia, mutta päätin rajata option projektista aikataulun takia. Konseptisuunnitelmavaiheessa kartoitettiin eri laitetoimittajia ja lähtötietoa. Vaiheen aikana olisin

voinut perehtyä enemmän teknologiatoimittajiin sekä keskustella aiheesta heidän kanssaan. Korisähköjärjestelmän konseptin suunnittelu antoi minulle hyvän pohjan lähestyä yhteistyökumppania SPLeinosta.

Järjestelmän suunnittelu oli seuraavana vuorossa, kun konseptisuunnitteluvaiheessa oli saatu valittua isoimmat järjestelmät. Tässä tarkennettiin korisähköjärjestelmän osuus, koska konseptisuunnittelusta poiketen järjestelmää ei rakennettu itse. Projektin korisähköjärjestelmän toteutukseen löysin yhteistyökumppaniksi suomalaisen yrityksen, jonka kanssa saimme sovittua hyvän molempia osapuolia palvelevan sopimuksen. Sain projektiin käyttöön SPLeinosen PDSX-1-korimoduuliyksiköt, joka oli erinomainen tuote projektin korisähköjärjestelmään. Vastineeksi tuotin markkina-arvoista materiaalia SPLeinosselle kytkentäohjeet (liite 4) ja sosiaalisenmedian aineistoa, joka oli oma pieni projekti tämän ohella. Aineiston tuotin Adoben Illustrator- ja Indesign- graafisen suunnittelun ohjelmistoilla. Tavoitteena oli tuottaa selkeät ja havainnollistavat ohjeet, joiden lukeminen olisi helppoa. Yhteistyökumppani oli erittäin tyytyväinen tuotettuun aineistoon.

Alussa oli suunnitelmissa toteuttaa projekti Ecumaster-moottorinohjauksella, mutta suunnitelmien tarkennettua tuote vaihdettiin MaxxECU-moottorinohjaukseen, koska tuotteen käyttäjäkunta on Suomessa laajempi. Tavoitteina oli valita komponentit projektiin ja rajata työtä sekä miettiä toiminnallisuuksia, kuten ohjauspaneelia. Tavoitteisiin päästiin hyvin, mutta moottorin johtosarjan muuntojoustavuuden konseptista luovuttiin, jotta järjestelmästä ei olisi tullut monimutkainen. Vaiheen tärkein osuus oli arkkitehtuurin suunnittelu, jolloin saatiin luotua virtakaavio, joka on liitteenä 5. Virtakaaviossa on ajoneuvon arkkitehtuuri ja sulakkeet, ja sen avulla voi selvittää, miten järjestelmä on rakennettu. Rakennesuunnitelman luominen asetti hyvän pohjan tulevalle komponenttisuunnitelmavaiheelle. Tässä vaiheessa tavoitteena oli luoda toiminnallisuussuunnitelma, joka olisi luettavissa helposti kaavioista. Perehdyin myös arkkitehtuuriin ja komponenttien verkkosuunnitteluun, jota käytetään uudemmissa massatuotantoajoneuvoissa.

Komponenttisuunnittelussa käytiin läpi korimoduulien sijainnit, jotka muuttuivat hieman poiketen konseptisuunnitelmasta, koska moduuleja tuli kolme viiden sijasta. Suunnitteluun kuuluu miettiä, kuinka toiminnallisuuksien toteuttaminen tehdään, esimerkiksi kun korimoduuleissa ei ole virranulostulolle h-siltaa, jota tarvitaan esimerkiksi ikkunannostimissa, jotta saadaan vaihettua jännitteen napaisuutta tasavirtamoottorissa. Tämä ongelma saatiin ratkaistua DPDT-releellä, joka suorittaa tehtävän, mutta olisin toivonut, että korimoduulit pystyisivät tekemään tämän. Perehdyin tarkemmin projektissa käytettävien

komponenttien toimintaan, minkä perusteella pystyin tekemään suunnitelmia esimerkiksi sulakkeiden ja johtimien koosta. Sain suunniteltua tietokoneella projektin korisähköjärjestelmän ja kaikki kuluttajat, jotka ovat liitteessä 6, jossa on korimoduulit pois lukien moottorinohjaukseen liittyvät komponentit. KytKentäkaaviosta tuli todella selkeä, ja se on helposti luettavissa, mutta tavoitteista jäi johtojen pituudet merkitsemättä, koska projekti on vielä johtojen loppusijoituksen osalta kesken.

Korin maadoituspisteiden resistanssin mittaaminen oli opinnäytetyön yksi keskeisimmistä asioista, jolloin pääsin käyttämään mittalaitteita ja arvioimaan valittuja maadoituspisteitä. Mittauksessa tuli ilmi, että mittalaitetta ei ole valmistettu maapisteiden mittaukseen. Jos koria ei käytetä maadoitukseen, kuinka paljon kaksijohdin järjestelmä tuo lisäpainoa ja kustannuksia? Maadoituksessa olisi voinut vielä kokeilla, miten kuparinen tai vastaava hyvin johtava ruuvi olisi toiminut maadoituspisteissä sinkityn teräksisen tilalla. Tässä on kehityspotentiaalia, mutta projekti on ollut todella pitkäkestoinen. Tavoitteena olleet ominaisuudet kevyt, moderni, muuntojoustava, huoltoystävällinen, modulaarinen ja kustannustehokas on saavutettu.

Nyt ajoneuvo on laitettava muissa osin kuin sähköissä kuntoon. Projektin kesto oli hie-man odotettua pidempi, mutta se johtui työn mielekkyydestä ja asettamistani vaatimuk-sista valmistaa korkealaatuinen johtosarja. Moottorinjohtosarjan valmistaminen on ollut projektin työläin vaihe, koska se vaati äärimmäistä tarkkuutta. Tulevaisuudessa toden-näköisesti ostaisin valmiin mahdollisen tuotteen, joka vastaa vaatimuksia. Projektissa toteutettu yhteistyö on ollut opettavainen ja todella rikas kokemus ja yhteydenpito jatkuu projektin ulkopuolella, todennäköisesti muissa kehitysprojekteissa. Johtosarjan suunnit-telussa olisin toivonut mahdollisuutta 3D-mallintaa johtosarja, liittimet ja komponentit, mutta lähtötiedoista puuttui ajoneuvon runko, joka olisi vaatinut 3D-skannauksen. Toi-von, että seuraava projekti mallinnetaan, koska uskon sen nopeuttavan valmistusta ja tuo työhön tarkkuutta.

Täydellisen johtosarjan suunnittelu on haastavaa yksittäiseen projektiin, koska todennä-köisesti niitä valmistetaan yksi kappale, jolloin tarpeellisen tiedon dokumentointi jää te-kemättä. Dokumentointia tukisi tuotteen valmistaminen kaksin kappalein, jolloin johtojen mittaaminen olisi helpompaa jälkikäteen. Tässä projektissa käytettiin puolivalmista joh-tosarjaa, mikä vaikeutti johtojen mittaamista, koska johtoja ei leikattu itse.

Lähteet

1. Valtanen, Esko. 2010. Tekniikan taulukkirja 18. painos. Mikkeli: Genesis-Kirjat Oy.
2. Robert Bosh GmbH. 2004. Automotive handbook. 6th edition. West Sussex: The atrium.
3. Automotive handbook. 2014. Robert Bosh GmbH. 9th edition. West Sussex: The atrium.
4. How to Use a Star Point for Analog Ground and Digital Ground Connection. 2017. Verkkoaineisto. Altium. <<https://resources.altium.com/pcb-design-blog/how-to-use-a-star-point-for-analog-ground-digital-ground-connection>>. Luettu 3.3.2020.
5. Troubleshoot ground loops with ease -eliminate electrical interference, fix star grounding. 2020. Verkkoaineisto. Loopslooth. <<http://www.loopslooth.com/Safety & Star Gnd.html>>. Luettu 1.12.2019.
6. Products, Painless Performance. 2020. Verkkoaineisto. Painless. <<https://www.painlessperformance.com/Manuals/10201.pdf>>. Luettu 10.11.2019.
7. Braided Ground Cables. 2020. Verkkoaineisto. Custom Battery Cables, LLC. <<https://www.custombatteryables.com/braided-ground-cables/>>. Luettu 22.2.2020.
8. Automotive Electrical System Battery Grounding. 2003. Verkkoaineisto. Barnesville-Lamar County Industrial. <https://www.w8ji.com/negative_lead_to_battery.htm>. Luettu 24.1.2020.
9. MaxxECU RACE wirings. 2020. Verkkoaineisto. Maxxtuning AB. <[https://www.maxxecu.com/files/Documentation/Wirings/MaxxECU%20RACE%20\(REV9+\)%20-%20Wiring-en.pdf](https://www.maxxecu.com/files/Documentation/Wirings/MaxxECU%20RACE%20(REV9+)%20-%20Wiring-en.pdf)>. Luettu 1.10.2019.
10. Double Pole Double Throw DPDT Relay. 2020. Verkkoaineisto. AspenCore, Inc. <<https://www.electroschematics.com/dpdt-switch-relay/>>. Luettu 13.11.2020.

11. Walbro 450LPH Fuel Pump High Pressure. 2020. Verkkoaineisto. Walbro-fuelumps.com, Inc. <<https://walbrofuelpumps.com/450lph-walbro-e85-racing-fuel-pump-f90000267.html>>. Luettu 10.8.2019.
12. Ignition Coils. 2018. Verkkoaineisto. Robert Bosch LLC. <<https://www.boschautoparts.com/documents/101512/0/0/d6e92568-ae2e-e30b-2088-9c08fdbef010>>. Luettu 11.12.2019.
13. Automotive Electronics. 2007. Robert Bosh. GmbH West Sussex: Bentley Publishers.
14. Cable and Wire Insulation Materials. 2020. Verkkoaineisto. Allied Wire & Cable, Inc. <<https://www.awcwire.com/insulation-materials>>. Luettu 28.11.2019.
15. Wire and Cable. 2018. Verkkoaineisto. IS-Rayfast Ltd. <https://www.is-rayfast.com/media/pdfs/lib/TE%20Literature/Wire%20and%20Cable%20Miscellaneous/Section9_WireCable_2013.pdf>. Luettu 14.12.2019.
16. Wire. 2020. Verkkoaineisto. Eyguitar Music. <https://www.eyguitarmusic.com/1-Meter-32FeetSingle-Conductor-foil-Shielded-Circuit-Black-PVC-Wire- p_871.html>. Luettu 18.10.2019.
17. Shielded cable: foil shielding vs. Braided shielding in cable assemblies. 2017. Verkkoaineisto. Iconn Systems Llc. <<https://www.iconnsystems.com/blog/foil-shielding-vs.-braided-shielding-in-cable-assemblies>>. Luettu 10.10.2019.
18. Protect from Abrasion, Corrosion, and Noise. 2020. Verkkoaineisto. TE Connectivity. <<https://www.te.com/global-en/products/heat-shrink-tubing.html?tab=pgp-story>>. Luettu 1.2.2020.

Korimoduulien kytkentätaulukko

Master box

	A	B	C	D	E		F	G	H	J	K	
1	Out 11 o	Out 6 o	Input 2 o	Input 4 o	An In 6 o		Input 11 o	Out 12 o	Out 4 o	Out 3 o	Out 2 o	1
2	Out 10 o	Input 1 o	Input 3 o	Input 5 o	An In5 o		An In 4 o	Input 10 o	Input 7 o	Input 8 o	Out 1 o	2
3	Out 9 o	Out 5 o	5V supply o	GND o	Input 6 o		An In 3 o	An in 2 o	Input 9 o	Out 7 o	Out 8 o	3

- | | | | |
|-----|----------------------------|-----|-------------------------------|
| 1. | 1A. Out 11: (10A MAX.) | 16. | 1F. Input 11: |
| 2. | 1B. Out 6: (10A MAX.) | 17. | 1G. Out 12: (8A MAX.) |
| 3. | 1C. Input 2: | 18. | 1H. Out 4: (8A MAX.) |
| 4. | 1D. Input 4: | 19. | 1J. Out 3: (8A MAX.) |
| 5. | 1E. Analog in 6: | 20. | 1K. Out 2: (8A MAX.) |
| 6. | 2A. Out 10: (10A MAX.) | 21. | 2F. Analog in 4: |
| 7. | 2B. Input 1: | 22. | 2G. Input 10: |
| 8. | 2C. Input 3: | 23. | 2H. Input 7: |
| 9. | 2D. Input 5: | 24. | 2J. Input 8: |
| 10. | 2E. Analog in 5: | 25. | 2K. Out 1: (8A MAX.) Ignition |
| 11. | 3A. Out 9: (10A MAX.) | 26. | 3F. Analog in 3: |
| 12. | 3B. Out 5: (10A MAX.) | 27. | 3G. Analog in 2: |
| 13. | 3C. 5V supply | 28. | 3H. Input 9: |
| 14. | 3D. GND Ground: Black thin | 29. | 3J. Out 7: (8A MAX.) |
| 15. | 3E. Input 6: | 30. | 3K. Out 8: (8A MAX.) |

	Connector		Function		
Input 1	B2	SW1	Ignition switch	M K2	
Input 2	C1	SW2	Oikea vilkku	SF A3	SR A3
Input 3	C2	SW3	Vasen Vilkku	SF J3	SR J3
Input 4	D1	SW4	Jarruvalot	SR J3	
Input 5	D2	SW5	Reverse	SR A1	
Input 6	E3	SW6			
Input 7	H2	SW7			
Input 8	J2	SW8			
Input 9	H3	SW9			
Input 10	G2	SW10			
Input 11	F1	SW11			
Analog in 2	G3				
Analog in 3	F3				
Analog in 4	F2				
Analog in 5	E2				
Analog in 6	E1				
Output 1	K2		Ignition Power Ecu		
Output 2	K1		Starter relay		
Output 3	J1		Power window LH		
Output 4	H1		Power window LH		
Output 5	B3		Power window RH		
Output 6	B1		Power window RH		
Output 7	J3		Windshield wiper low		
Output 8	K3		Windshield wiper High		
Output 9	A3		Fan		
Output 10	A2				
Output 11	A1				
Output 12	G1				

Slave Box 1 (front)

	A	B	C	D	E		F	G	H	J	K	
1	Out 8 O	Out 7 O	Out 5 O	Out 6 O	An In 6 O		NC O	GND O	Out 11 O	Out 9 O	Out 1 O	1
2	Out 12 O	NC O	NC O	NC O	An In 5 O		Bus 5 O	NC O	NC O	NC O	Out 2 O	2
3	Out 10 O	NC O	An In 2 O	An In 3 O	An In 4 O		Bus 4 O	NC O	NC O	Out 4 O	Out 3 O	3

- | | | | |
|-----|------------------------------------|-----|--|
| 1. | 1A. Out 8: (8A MAX.) Pitkät Oikea | 16. | 1F. Data Bus cable Blue (Ground for bus) |
| 2. | 1B. Out 7: (8A MAX.) Ajovalo Oikea | 17. | 1G. GND Ground: Black |
| 3. | 1C. Out 5: (10A MAX.) | 18. | 1H. Out 11: (10A MAX.) Parkit |
| 4. | 1D. Out 6: (10A MAX.) Fan 2 | 19. | 1J. Out 9: (10A MAX.) Fan 1 |
| 5. | 1E. Analog in 6: | 20. | 1K. Out 1: (8A MAX.) Ajovalo Vasen |
| 6. | 2A. Out 12: (8A MAX.) | 21. | 2F. Bus 5: Data Bus cable Black |
| 7. | 2B. | 22. | 2G. |
| 8. | 2C. | 23. | 2H. |
| 9. | 2D. | 24. | 2J. |
| 10. | 2E. Analog in 5: | 25. | 2K. Out 2: (8A MAX.) Pitkät Vasen |
| 11. | 3A. Out 10: (8A MAX.) Vilkku Oikea | 26. | 3F. Bus 4: Data Bus cable White |
| 12. | 3B. | 27. | 3G. |
| 13. | 3C. Analog in 2: | 28. | 3H. |
| 14. | 3D. Analog in 3: | 29. | 3J. Out 4: (8A MAX.) Vilkku Vasen |
| 15. | 3E. Analog in 4: | 30. | 3K. Out 3: (8A MAX.) Äänimerkki |

	Connection	Function
Analog in 2	C3	
Analog in 3	D3	
Analog in 4	E3	
Analog in 5	E2	
Analog in 6	E1	
Out 1	K1	Low-Beam LH
Out 2	K2	Hi-Beam LH
Out 3	K3	Horn
Out 4	J3	Signal LH
Out 5	C1	Washer motor
Out 6	D1	Fan 2
Out 7	B1	Low-Beam RH
Out 8	A1	Hi-Beam RH
Out 9	J1	Fan 1
Out 10	A3	Signal RH
Out 11	H1	Park lights
Out 12	A2	
Data Bus Blue GND	F1	
Data Bus White	F3	
Data Bus Black	F2	
POWER GND	G1	

Korimoduulien kytkentätaulukko

Slave Box 2 (rear)

	A	B	C	D	E		F	G	H	J	K	
1	Out 8 O	Out 7 O	Out 5 O	Out 6 O	An In 6 O		NC O	GND O	Out 11 O	Out 9 O	Out 1 O	1
2	Out 12 O	NC O	NC O	NC O	An In 5 O		Bus 5 O	NC O	NC O	NC O	Out 2 O	2
3	Out 10 O	NC O	An In 2 O	An In 3 O	An In 4 O		Bus 4 O	NC O	NC O	Out 4 O	Out 3 O	3

- | | | | |
|-----|--|-----|--|
| 1. | 1A. Out 8: (8A MAX.)Peruutusvalo | 16. | 1F. Data Bus cable Blue (Ground for bus) |
| 2. | 1B. Out 7: (8A MAX.) Rekisterikilvenvalo | 17. | 1G. GND Ground: Black |
| 3. | 1C. Out 5: (10A MAX.)Bensaluukun avaus | 18. | 1H. Out 11: (10A MAX.) Takavalot |
| 4. | 1D. Out 6: (10A MAX.)Takaluukun avaus | 19. | 1J. Out 9: (10A MAX.) Sumuvalo |
| 5. | 1E. Analog in 6: | 20. | 1K. Out 1: (8A MAX.) |
| 6. | 2A. Out 12: (8A MAX.)Parkit | 21. | 2F. Bus 5: Data Bus cable Black |
| 7. | 2B. | 22. | 2G. |
| 8. | 2C. | 23. | 2H. |
| 9. | 2D. | 24. | 2J. |
| 10. | 2E. Analog in 5: | 25. | 2K. Out 2: (8A MAX.) |
| 11. | 3A. Out 10: (8A MAX.)Vilkku Oikea | 26. | 3F. Bus 4: Data Bus cable White |
| 12. | 3B. | 27. | 3G. |
| 13. | 3C. Analog in 2: | 28. | 3H. |
| 14. | 3D. Analog in 3: | 29. | 3J. Out 4: (8A MAX.)Vilkku Vasen |
| 15. | 3E. Analog in 4: | 30. | 3K. Out 3: (8A MAX.)Jarruvalot |

	Connection	Function
Analog in 2	C3	Fuel level
Analog in 3	D3	
Analog in 4	E3	
Analog in 5	E2	
Analog in 6	E1	
Out 1	K1	
Out 2	K2	
Out 3	K3	Stop light
Out 4	J3	Signal LH
Out 5	C1	Fuel lid
Out 6	D1	Trunk
Out 7	B1	License plate light
Out 8	A1	Reverse
Out 9	J1	Fog light
Out 10	A3	Signal RH
Out 11	H1	Tail lights
Out 12	A2	
Data Bus Blue GND	F1	
Data Bus White	F3	
Data Bus Black	F2	
POWER GND	G1	

GPO number	Output type	STREET	SPORT	V1	RACE	PRO
GPO 1	Low driving (GND), max 2A	YES	YES	YES	YES	YES
GPO 2	Low driving (GND), max 2A	YES	YES	YES	YES	YES
GPO 3	Low driving (GND), max 2A	YES	YES	YES	YES	YES
GPO 4	Low driving (GND), max 2A	NO	YES	YES	YES	YES
GPO 5	Low driving (GND), max 2A	NO	YES	YES	YES	YES
GPO 6	Low driving (GND), max 2A	NO	NO	YES	YES	YES
GPO 7	Low driving (GND), max 2A	NO	NO	YES	YES	YES
GPO 8 / TACHO	Low driving (GND), max 5A	YES	YES	YES	YES	YES
GPO 9/WBO heater 1	Low driving (GND), max 2A	YES	YES	YES	YES	YES
GPO 10/WBO heater 2	Low driving (GND), max 2A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 11/Motor 1-	H-bridge, 2A, 5A peak	NO	YES	NO	YES	YES
GPO 12/Motor 1+	H-bridge, 2A, 5A peak	NO	YES	NO	YES	YES
GPO 13/Motor 2+	H-bridge, 2A, 5A peak	NO	NO	NO	YES	YES
GPO 14/Motor 2-	H-bridge, 2A, 5A peak	NO	NO	NO	YES	YES
GPO 15	High driving (+12V), max 4A	NO	NO	NO	YES	YES
GPO 16	High driving (+12V), max 4A	NO	NO	NO	YES	YES
GPO 17	High driving (+12V), max 4A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 18	High driving (+12V), max 4A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 19	High driving (+12V), max 4A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 20	High driving (+12V), max 4A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 21	High driving (+12V), max 4A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 22	High driving (+12V), max 4A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 23	Low driving (GND), max 1.5A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 24	Low driving (GND), max 1.5A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 25	Low driving (GND), max 1.5A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 26	Low driving (GND), max 1.5A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 27	Low driving (GND), max 1.5A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 28	Low driving (GND), max 1.5A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 29	Low driving (GND), max 1.5A	NO	NO	NO	NO	YES
GPO 30	Low driving (GND), max 1.5A	NO	NO	NO	NO	YES

Komponenttityyppi	Merkki ja malli	Virrantarve	Sulake ja tunnus
Bensapumppu	Walbro 450LPH	15-17A	20A – S7
Ahtopaineensäädin	Mac Valce 45-series	5,4W	15A – S6
Sytytyspuolat	OEM	15A	15A – S5
Suuttimet	Bosch EV14 1200cc	12 Ohm	3A – S4
Moottorinohjain	MaxxEcu	15A	15A – S4
Lambda	Bosch LSU 4.2	15A	15A – S4
Käynnistysmoottori	Toyota Oem	270A	S3
Akku	Varley Red Top 30		S
AUX	Tarvikkeet	15A	15A – S6
ABS	OEM	30A (jos TC) 50A	30A – S2 50A – S2



Quick installation manual PDSX-1



Thank You for purchasing this product!

The modules are fully functional and tested in our facilities. If the device becomes faulty please contact us and send the device back to us without opening it. For us it is the best way to track down a fault device when opening the enclosure for the first time. If the cause is a breakdown of the component or the like. Faulty parts will be replaced and send back to You.

The device is not under guarantee and it is not street legal, and the device is still under development so please inform on any problems or improvements directly to me. Let's try to do things right. If any problems occur, we aim to get Your devices working as soon as possible.

The manufacturer is not liability for any other damage or costs that this device might cause. We recommend when you get some wiring done, do a little test and try that everything is working properly and make.

If You have any question or problems of the installation or use of this system You can send email into info@spleinonen.com or contact via Facebook messenger "[sp.leinonen.9](https://www.facebook.com/sp.leinonen.9)" Any feedback with the installation and using this electrical system is needed to develop the whole product.

If you have any question, please do not hesitate to contact me!

Best regards
Vesa Leinonen

2(10)



www.spleinonen.com



GENERAL



-We recommended to remove the battery cable when storing vehicle. System has a 90mA standby consumption and it will empty battery as time passes. By removing battery cable is best way to avoid malfunction caused fire.

-Connectors and case are sealed from water and dust but we do recommend to install the modules connector facing downwards.

3(10)

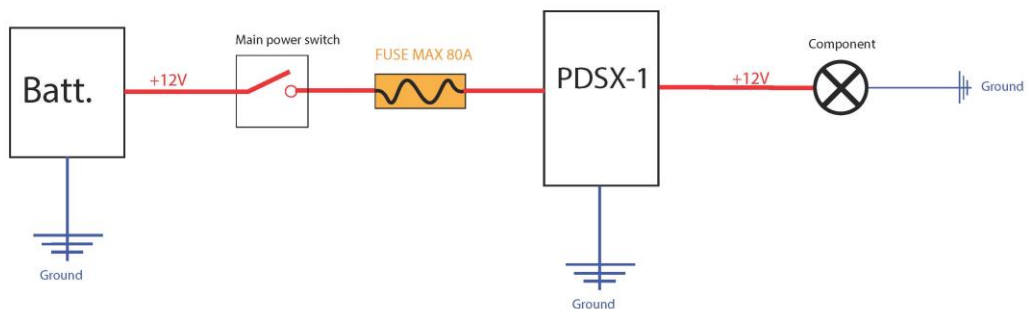

<http://www.spleinonen.com/>


FUSE



The modules must be protected with fuses. Place the fuse as close to the main switch or battery as possible. The fuse protects the cable and the electrical system for short-circuiting. It is very highly recommended to install main switch!

- Install one fuse per module with "Master" and "Slave" units
- 80A rated fuse max!



4(10)


www.spleinonen.com

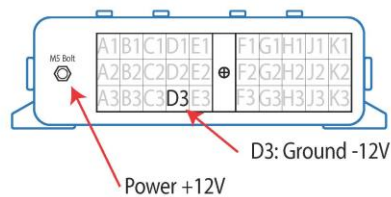

POWER & GROUND



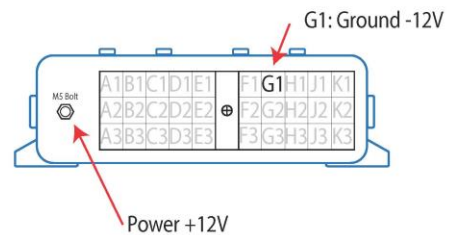
Both "Master" and "Slave" units have a M5 bolt for the positive 12V current. Grounding is made from the connector and connection is made to the chassis.

- Check for good grounding (remove paint etc.)
- Do not over tighten bolts
- Use for power +12V a cable rated for used current (usually high quality 10mm² or 8AWG is good for 70A and for long wire routing we recomend to use thicker cable)

Power and ground: MASTER



Power and ground: SLAVE



5(10)



<http://www.spleinonen.com/>



SIGNAL

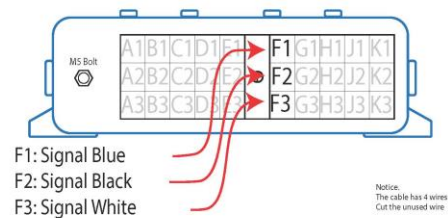


The modules are connected with a pre-acquired cables that are shipped with the units. Orange-male connector is connected to the "Master" unit and the unterminated end to the "Slave" unit. Make the 3-wire connection as shown on the grapichs.

The Slave numbering are pre-coded which unit they are. So if you **only** connect "Slave 2" it will work as "Slave 1". When both are connected they will be working as numbered.



Signal connection: SLAVE



6(10)



www.spleinonen.com



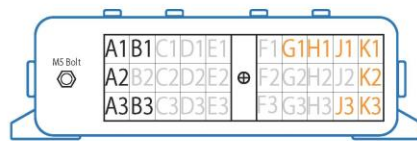
OUTPUTS



The outputs gives +12 volts and there is two different power rated outputs 8-amps and 10-amps. If the internal "fuse" is triggered it will be returned using the input off . When input is triggered again, then the power will be back on.

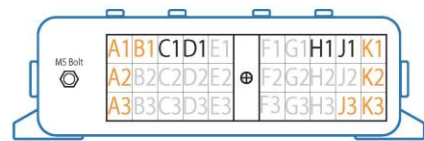
- We recomend to use two outputs with fans because the startup power can be higher than rated

Output: MASTER



10A Max: A1, B1, A2, 3A, 3B
8A Max: G1, H1, J1, K1, K2, J3, K3

Output: SLAVE



10A Max: C1, D1, H1, J1
8A Max: A1, B1, A2, A3, K1, K2, J3, K3

7(10)



<http://www.spleinonen.com/>



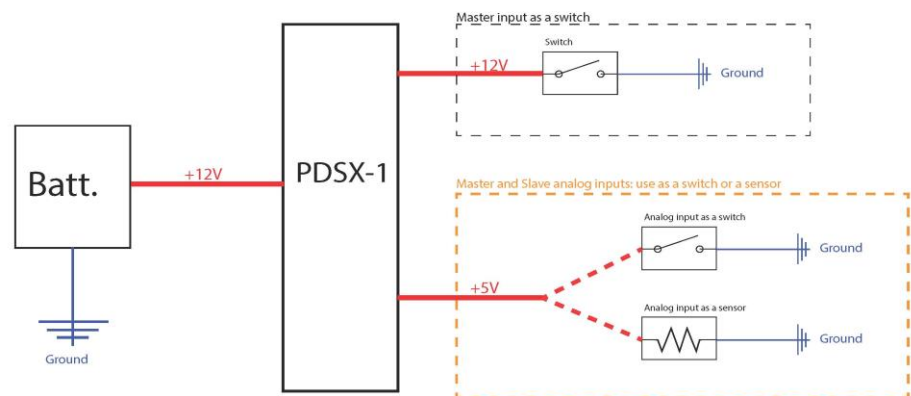
SWITCH AND SENSOR



Sensor and switch wiring diagram as shown. Inputs can be used for switches and analog inputs for sensors and switches.

Analog inputs work as a pull-up resistor giving +5 volts. So you can connect a sensor that is grounded from the other end. Example you can connect your old fuel level sensor in the analog input.

- "Master" analog-input sensors must be over 1k Ohm to work



8(10)



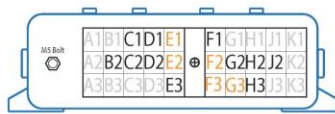
www.spleinonen.com



SWITCH AND SENSOR

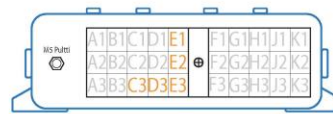


Inputs: MASTER



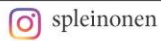
Switches: B2, C1, C2, D1, D2, E3, F1, G2, H2, H3, J3
Analog inputs: E1, E2, F2, F3, G3

Inputs: SLAVE



Analog input: C3, D3, E1, E2, E3,

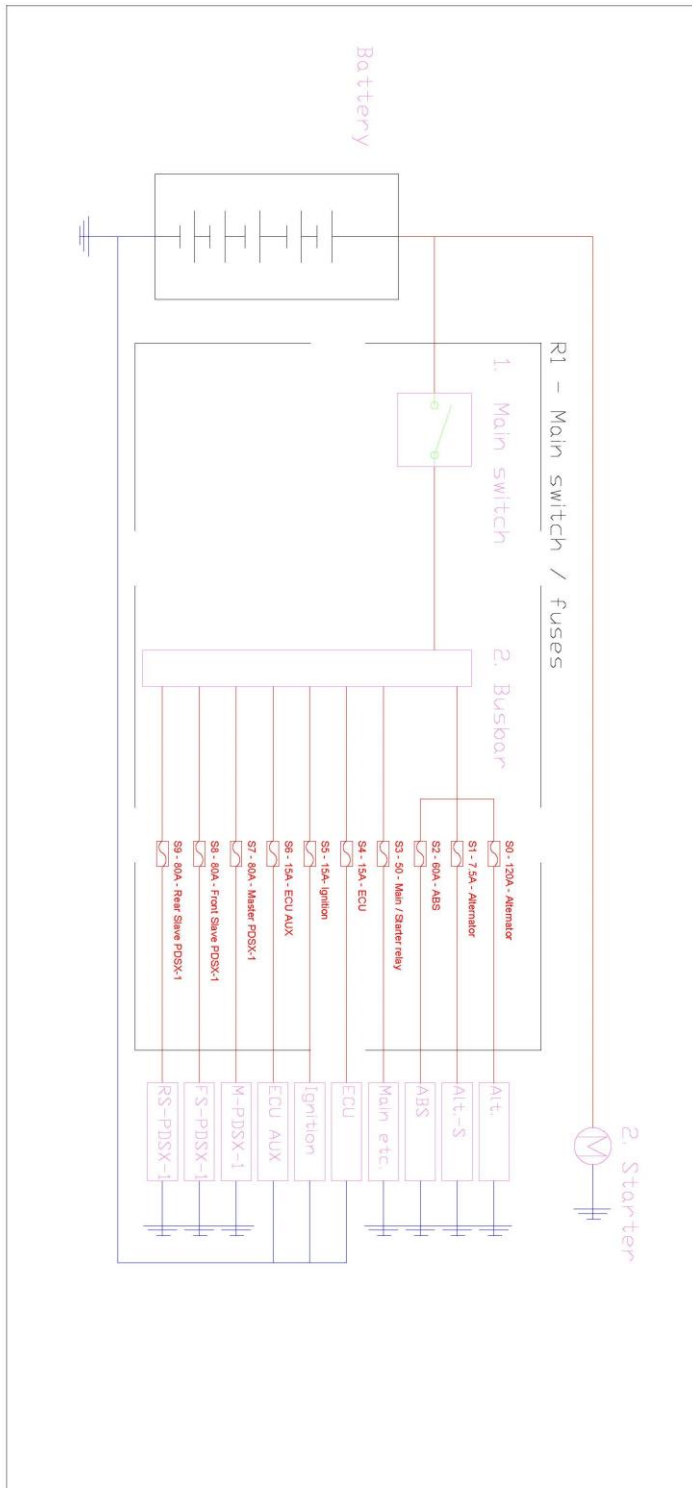
9(10)



<http://www.spleinonen.com/>



Virtakaavio



Yhtiö	Auto	Vuosi	Maastandardi
Toyota	Supra JZA-90	1995	
Yhteystiedot	Maastandardi		
Parikka Oskari-Kuusi, Insinööri AMK	Terveystietä		
			001
			15
			MAADONTUS RETTIKSEFT

Korisähköjärjestelmä

